

Požadavky na plánování, umístění a provedení vertiportů pro UAM

schválená metodika

prosinec 2023



Tato metodika vznikla se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva dopravy ČR v rámci Programu DOPRAVA 2020+.

Název: Požadavky na plánování, umístění a provedení vertiportů pro UAM

Zpracovatel: ČVUT Praha

Autoři: ing. arch. Michal Postránecký, CCF CIIRC ČVUT Praha
Ing. Petr Raška, Výzkumný a zkušební letecký ústav, a.s.

Oponenti: Ing. Jakub Karas, Aliance pro bezpilotní letecký průmysl (UAVA),
UpVision
Ing. Jan Zýka, Ph.D., Katedra letecké dopravy, Fakulta Vysoká škola
obchodní, Panevropská univerzita

Metodika schválená: Ministerstvo dopravy, Odbor kosmických aktivit a nových technologií

č. j. MD-2375/2023-730/86

Dokument ref.: MR/0073/2024

Vydání: R0

Vydavatel: CCF CIIRC ČVUT, Jugoslávských partyzánů 1580/3, Praha 6

ISBN

Anotace: Metodika popisuje budoucnost UAE – Urban Air Mobility provozované letadly typu (e)VTOL, tedy letadly se schopností vertikálního vzletu a přistání. Vlastnosti, které tento typ letadel nabízí, tedy kromě vertikálního pohybu nad FATO, na prvním místě minimální úroveň hluku a jeho frekvence, umožní těmto dopravním prostředkům pro tři až osm PAX integraci do městských systémů a jednotného systému dopravy multimodálního typu. UAM je klasifikovaná jako udržitelná mobilita. Metodika popisuje pozemní infrastrukturu letišť, zvaných obecně vertiporty a jejich umístění do urbánních struktur. Metodika nabízí časovou osu a potřebu zpracování strategického plánu rozvoje UAM v ČR a podmíněné pozemní infrastruktury. Součástí metodiky je objemová studie VertiHUBu v Praze, která popisuje jednotlivé funkční celky tohoto největšího typu vertiportu.

Autoři: ing. arch. Michal Postránecký, CCF CIIRC ČVUT Praha
Ing. Petr Raška, Výzkumný a zkušební letecký ústav, a.s.

Název: Požadavky na plánování, umístění a provedení vertiportů pro UAM

Abstrakt: UAM, neboli Urban Air Mobility se díky technologickému pokroku a rozvoji počítačových technologií, implementací digitalizace a AI do všech oborů, aplikace nových supermateriálů, nanotechnologií, zdrojů a úložišť energie, stane v příštích dvou dekádách běžnou a přijatelnou formou osobní dopravy a přepravy specifického druhu nákladu (cargo). UAM se stane nedílnou součástí resilientních městských systémů. Bude plnit svoji roli v rámci městské, příměstské a meziměstské přepravy. Díky letadlům typu (e)VTOL bude možné zpřístupnit mnoho zajímavých lokalit a navýšit atraktivitu jejich dostupnosti.

Letadla (e)VTOL, by se měla stát součástí udržitelné mobility.

Vedle vývoje dopravních prostředků je nutné navrhnout síť pozemní infrastruktury pro UAM (e)VTOL. Z těchto důvodů je nejdříve nutné definovat typy těchto urbánních struktur včetně jejich zázemí a jejich jednotlivých a funkčních celků. K tomu je rovněž nutné znát druhy procesů a akcí, které probíhají na straně klienta i na straně poskytovatele služeb vertiportu a podrobně prozkoumat vzájemnou interakci mezi klientem a obsluhou včetně komunikačních rozhraní.

Pro umístění vertiportu do vhodné lokality, který by funkčně a logisticky navazoval na své okolí, bude nutné splnit mnoho podmínek, které by kromě územního plánu a dalších regulačních podmínek pro umístění stavby, její objem a vzhled, také zaručily ekonomickou návratnost takovéto investice.

Klíčová slova: UAM, (e)VTOL, Urban air mobility, udržitelná mobilita, smart vertiport, městské systémy

Schvalovací orgán: Ministerstvo Dopravy ČR

Annotation: The methodology describes the future of UAE – Urban Air Mobility operated by (e)VTOL aircraft, i.e. aircraft with vertical take-off and landing capability. The characteristics offered by this type of aircraft, i.e., besides vertical movement over FATO, in the first place, the minimum noise level and its frequency, will allow these vehicles for three to eight PAX to be integrated into urban systems and a unified multimodal transport system. UAM is classified as sustainable mobility. The methodology describes the ground infrastructure of airports, generally called vertiports, and their placement in urban structures. The methodology offers a timeline and the need to develop a strategic plan for the development of UAM in the country and the conditional ground infrastructure. The methodology includes a volumetric study of the VertiHUB in Prague, which describes the different functional units of this largest type of vertiport.

Authors: ing. arch. Michal Postránecký, CCF CIIRC ČVUT Praha

Title: Requirements for planning, location and design of vertiports for UAM

Abstract: UAM, or Urban Air Mobility, will become a common and acceptable form of passenger and cargo transport in the next two decades thanks to technological advances and developments in computer technology, the implementation of digitalization and AI in all fields, the application of new supermaterials, nanotechnologies, resources and energy storage. UAM will become an integral part of resilient urban systems. It will play its role in urban, suburban and intercity transport. VTOL aircraft will make many interesting locations accessible and make them more attractive by making them more accessible.

(e)VTOL aircraft should become part of sustainable mobility.

In addition to the development of the means of transport, it is necessary to design a network of ground infrastructure for UAM (e)VTOL. For these reasons, it is first necessary to define the types of these urban structures, including their facilities and their individual and functional units. To do this, it is also necessary to know the types of processes and actions that take place on the client and on the vertiport service provider side and to study in detail the interaction between client and operator, including the communication interfaces.

In order to locate a vertiport in a suitable site that is functionally and logistically related to its surroundings, many conditions will have to be met that, in addition to the master plan and other regulatory conditions for the location of the building, its volume and appearance, also guarantee the economic return on such an investment.

Keywords: UAM, (e)VTOL, Urban air mobility, sustainable mobility, smart vertiport, urban systems

Certification Authority: Ministry of Transportation of the Czech Republic

Předmluva

Očima Urban Air Mobility (UAM), která bude zabezpečena dopravními prostředky označovanými zkratkou VTOL (Vertical Takeoff and Landing) se díváme do měst nedaleké budoucnosti. Do měst s inteligentní infrastrukturou, kde najde pevné místo doprava osob a nákladu v rámci vzdušného prostoru. Tato bude organizovaná jak v rámci intravilánu významných (a rozlohou tomu odpovídajících) městských struktur, tak se stane i důležitou součástí příměstských a meziměstských dopravních systémů.

Investice do UAM a vývoje letadel (e)VTOL jsou významné a je evidentní, že víra investorů v aplikaci tohoto dopravního prostředku, jako součásti integrovaného dopravního systému, je skutečně značná.

Pro zavedení nového segmentu v dopravním systému v rámci jakéhokoliv urbánního systému je vždy nutné najít silnou objednávku. Cílem našeho výzkumu je, na základě prognózy „objednávky“ pro letadla typu VTOL v rámci UAM v různých fázích (časových etapách) a následujícího předpokládaného rozvoje UAM ve světě a hlavně v prostoru EU, najít v městských systémech místo ve vhodných lokalitách pro pozemní infrastrukturu, jejíž nejvýznamnější součástí budou letiště, neboli vertiporty. Hlavním požadavkem bude uspokojení co největšího počtu klientů (cestujících, cargo) a návratnost poskytované služby odbavení letadel VTOL.

Významnou roli by UAM a její infrastruktura měla zaujmout, vedle dopravního systému v rámci konceptu Smart City, i v dalších jeho subsystémech. Například v rámci Smart Energy Grid systému, kdy bateriová úložiště sloužící pro (e)VTOL mohou v případě výpadku dodávky elektrické sítě plnit roli náhradního zdroje. Vertiporty by se tak rovněž měly stát významným prvkem v rámci systému kritické infrastruktury a zvýšit tak resilienci městských systémů v krizových a kritických situacích, případně i delších časových obdobích (jako v případě „covidu“).

Plošné nároky na výstavbu vertiportů jsou nemalé. Jenom plocha jednoho přistávacího/odletového místa s ochranným pásmem a minimálním zázemím je 900 až 1000 metrů čtverečních. V tom není započteno žádné zázemí. Najít místo pro větší typ vertiportu ve městech a hlavně v jejich centrech, kromě Prahy, Brna a několika dalších větších měst, bude v českých městech velmi složité a možná i zbytečné. Ideální lokalita je na dopravním uzlu. Tato metodika hledala prostor pro potřebnou plochu v tzv. „air-fieldu“ (vzdušném prostoru nad plochou s jinou funkcí).

V první části této metodiky budou představeny výsledky analytické činnosti, která byla v rámci daného projektu vykonána za účelem získání poznatků, které mohou být nápomocny při postupu návrhu potencionální sítě vertiportů v České republice.

Ve druhé části jsou, na základě zpracované studie pro maximální verzi vertiportu, popsány požadavky na ostatní vertiporty menší velikosti a typu. Rovněž bude popsán možný rozvoj sítě vertiportů v ČR v několika fázích od zkušební trasy až po hustou komplexní síť pro UAM.

OBSAH

1. Cíl metodiky	(str.9)
2. Vize	(str.10)
3. Metodická část	(str.11)
3.1. Analytická část	(str.11)
3.1.1. UAM.	(str.11)
3.1.2. VTOL, (e)VTOL.	(str.12)
3.1.3. Vertiport – Příklady konceptů ze zahraničí.	(str.14)
3.1.4. Analýza hlavních bariér pro akceptaci UAM veřejností.	(str.18)
3.1.5. Založení prvních segmentů páteří sítě vertiportů v ČR	(str.27)
3.1.6. Předpoklad časové implementace UAM ve světě.	(str.27)
3.1.7. Stávající regulační předpisy pro navrhování Vertiportů (EASA) a chybějící legislativa.	(str.32)
3.1.7.1. Letecká legislativa.	(str.32)
3.1.7.2. Uzemní a stavební legislativa.	(str.36)
3.1.8. Analýza pravděpodobných strategických lokalit pro první fázi umístění vertiportů na území ČR včetně přesahu do zahraničí.	(str.37)
3.1.9. Propojení dopravy UAM do ITS (Jednotného systému hromadné dopravy)	(str.41)
3.1.10. Letiště	(str.43)
3.1.11. Analýza prostorových předpokladů pro umístění vertiportů do měst.	(str.45)
3.1.12. Analýza teoretických lokalit pro vertiporty v hlavním městě Praze.	(str.45)
3.1.13. Detailnější analýza vertiportů v Praze ve třech vybraných teoretických lokalitách	(str.51)
3.1.13.1. Příklad Vertiportu – Pankrác	(str.51)
3.1.13.2. Příklad Vertiportu Dejvice -- Vítězné náměstí	(str.53)
3.1.13.3. Příklad Vertiportu – Hlavní nádraží (Návrh A - nad kolejištěm severně od kryté části železniční stanice)	(str.54)
3.1.14. Vertiporty).	(str.56)
3.1.14.1. Slovník vybraných elementů a definic pro navrhování vertiportu	(str.56)
3.1.14.2. Typy vertiportů z hlediska vertikální polohy vůči svému okolí.	(str.62)
3.1.14.3. Příklady základních typů vertiportů dle vnitřní konfigurace	(str.66)
3.1.14.4. Příklady základních velikostních typů vertiportů.	(str.68)
3.1.15. Prognóza vývoje megatrendů v segmentu navrhování letištních komplexů a infrastruktury	(str.71)
3.1.16. Analýza letových fází VTOL	(str.72)
3.1.16.1. Letová fáze vzletu	(str.73)
3.1.16.2. Letová fáze přistání	(str.73)
3.1.17. Analýza jednotlivých segmentů procesu a akcí užití služby UAM (e)VTOL na straně klienta.	(str.74)
3.2. Návrhová část.	(str.74)
3.2.1. Vertiporty	(str.74)
3.2.2. Vertiport HUB – popis základních funkčních celků	(str.77)
3.2.3. Koncept založení hierarchického systému sítě vertiportů v rámci urbánních systémů v ČR	(str.89)
3.2.3.1. Testovací fáze	(str.90)

3.2.3.2.	Předpoklady pro vytvoření základní sítě vertiportů včetně bezpečnostních mikro-portů (Vertipads)	(str.93)
3.2.3.3.	Letoun MiYa – VZLU	(str.95)
3.2.4.	Studie Vertiport HUB Hlavní nádraží Praha	(str.97)
3.2.5.	Teoretický výpočet propustnosti navrženého Vertiport HUB	(str.109)
3.2.6.	Časové osy pohybu běžného cestujícího v prostorách navrženého vertiportu	(str.110)
3.2.7.	Analýza počtu cestujících a dalších osob v prostorách Vertiportu HUB – odhad maximálního vytížení pro návrh vertiportu	(str.111)
3.2.8.	Analýza zabezpečení provozu Vertiportu HUB zaměstnanci vertiportů a najatými agenturními pracovníky	(str.111)
3.2.9.	Smart vertiport – digitální dvojčata, roboti, automatizace a autonomně řízené procesy v rámci vertiportů	(str.113)
3.2.10.	Kontrola a údržba letadla (e)VTOl před odletem	(str.116)
3.3.	Implementační část	(str.118)
3.3.1.	Legislativa a ostatní dokumenty	(str.118)
3.3.2.	Zapojení dalších ministerstev	(str.119)
3.3.3.	Zapojení a role krajů a měst	(str.119)
3.3.4.	Zapojení soukromého sektoru do stavby privátních Vertiportů	(str.120)
4.	<u>Novost postupů</u>	(str.120)
5.	<u>Popis uplatnění certifikované metodiky</u>	(str.120)
6.	<u>Ekonomické aspekty – financování</u>	(str.121)
6.1.	Dotace z fondů EU	(str.121)
6.2.	Národní fondy	(str.122)
7.	<u>Seznam informačních zdrojů</u>	(str.130)
8.	<u>Seznam použitých zkratk</u>	(str.128)
9.	<u>Příloha – Monitoring situace v sektoru UAM v říjnu 2023</u>	(str.129)

1. Cíl metodiky

Cílem metodiky je definovat požadavky na plánování, umístění a provedení pozemní infrastruktury pro UAM, specificky pro letadla (e)VTOL v České republice.

Na základě analýz, získaných poznatků a získané znalosti z návrhů vertiportů různé konfigurace a velikosti, stanovit základní parametry, které budou sloužit k umístování této pozemní infrastruktury v intravilánu měst, či v jejich blízkosti i ve vzdálených lokalitách a k postupnému vytvoření hierarchicky uspořádané sítě vertiportů s přesahem do okolních států a s návazností na budoucí celoevropskou infrastrukturu UAM a vertiportů tak, aby s ní byla plně kompatibilní. Řešenou otázkou je i budoucí nutná standardizace rozhraní pozemní infrastruktury a letadla (rozměry, hmotnosti, vybavení, ...) a postupů specifických pro letadla typu (e)VTOL pro UAM (provozní limity, nouzové případy, profily letů, výkony/vlastnosti) vycházející z provedených prací ve VZLÚ na projektu Koncepční návrh eVTOL MiYa, kdy konkrétní hodnoty a předpoklady jsou zohledněny v řešení tohoto projektu.

2. Vize

Masové rozšíření Urban Air Mobility s řetězky letadel letících na nebi, relativně nízko v dohledové vzdálenosti nad hlavami lidí a domů, kolmo přistávajících a vzlétajících na vertiporty, nově integrované pozemní infrastruktury UAM, bude pro městské systémy podobně přelomovou událostí v jejich dějinách, jako železniční doprava a její kolejiště a nádraží. Nezařínou se tak mocně do jejich útrob, nicméně nad nimi vytvoří novou prostorově strukturovanou vrstvu, z níž se v místech vertiportů budou spouštět šňůry s korálky tvořené jednotlivými letadly typu (e)VTOL. Jejich primární rolí bude převézt pasažéry těchto nových robotických živočichů, kteří ovládnou nebe co nejrychleji a bezpečně na místo určení, nebo s nimi jen tak kroužit nad městem, aby se mohli kochat jeho krásou.

V příštích dvaceti letech zažije segment dopravy neuvěřitelný pokrok. Zaslouží se o to poslední digitální technologie podporovaná umělou inteligencí i novými druhy super-materiálů. Rozvoj UAM bude bezpochyby možné časem hodnotit jako revoluční krok nejen v dopravě, ale i v rozvoji urbánních systémů. Na takový krok musí být ČR co nejlépe připravena, jinak by nám také mohl „uletět“ okolní svět.



Střešní helipad, Ministerstvo obrany, Matcal Tower, HaKiryat, Tel Aviv, Izrael – příklad originálního architektonického prvku v celkovém výrazu objektu.

3. Metodická část

3.1. Analytická část

V této části představíme UAM, VTOL a vertiporty v zahraničí. Provedeme analýzu akceptance UAM a umístování vertiportů do teoretických lokalit v rámci ČR, Prahy a dalších měst.

3.1.1. UAM

UAM je zkratka pro Urban Air Mobility.

Evropa

UAM podle definice EASA:

UAM je nový systém letecké dopravy osob a nákladu v hustě obydlených a zastavěných oblastech a v jejich okolí, který umožňuje elektrická letadla s kolmým startem a přistáním (VTOL) vybavená novými technologiemi, jako jsou vylepšené technologie baterií a elektrický pohon. Tato letadla budou mít pilota na palubě nebo budou řízena dálkově.

UAM podle definice UIC2:

UAM je „letecká doprava ve velmi malých výškách, nad obydlenými oblastmi, ve velkém měřítku, která je udržitelně integrována se systémy pozemní mobility“.

Severní Amerika

UAM podle definice FAA:

„Městská letecká mobilita (UAM) předpokládá bezpečný a efektivní systém letecké dopravy, který bude využívat vysoce automatizovaná letadla, jež budou provozovat a přepravovat cestující nebo náklad v nižších výškách v městských a příměstských oblastech. UAM se bude skládat z ekosystému, který zohlední vývoj a bezpečnost letadel, rámec pro provoz, přístup do vzdušného prostoru, rozvoj infrastruktury a zapojení komunity.“

UAM podle definice NASA:

„Naší vizí UAM je bezpečný, efektivní, pohodlný, cenově dostupný a přístupný systém letecké dopravy pro cestující a náklad, který revolučním způsobem mění mobilitu v okolí metropolitních oblastí. Tato vize zahrnuje vše od malých bezpilotních letounů pro doručování zásilek až po letecké taxíky pro přepravu cestujících, které operují nad obydlenými oblastmi.“

UAM systém se skládá z několika základních komponentů:

- **Létající dopravní prostředky**

Jedná se o letadla využívající k pohonu elektrickou energii, schopna kolmého startu a přistání, která se vyznačují nízkým hlukem proti stávajícím letadlům

VTOL. Typická kapacita je 4-5 cestujících, rychlost letu mezi 180 a 320 km/h, operující na vzdálenost 30 až 300 km.

Zásadním aspektem je extrémně vysoká spolehlivost takových letadel, která bude muset být v rámci certifikace prokázána. Letadla budou provozována licencovanými provozovateli, s kontrolou a asistencí z pozemních řídicích center.

Drony používané k přepravě zboží budou dálkově řízené. Letadla používaná pro přepravu osob budou mít zpočátku na palubě pilota. Později, možná za 10 let, očekáváme, že lidské piloty na palubách leteckých taxíků postupně nahradí piloti na dálku na zemi. V dalším vývoji (pracovně označovaná Etapa UAM 2.0) budou letecké taxíky fungovat autonomně, bez jakéhokoliv zásahu člověka během letu (EASA).

- **Systém řízení a monitorování letů**

Jedná se o pozemní komponent, robustní systém se schopností plánovat, řídit a monitorovat vysoce kapacitní provoz letadel pohybujících se v malých výškách nad zastavěným územím. Systém bude využívat kapacitní zabezpečený datový komunikační provoz. Předběžně se uvažuje o modelech segregovaných i integrovaných leteckých prostor. Do těchto prostor budou moci vstupovat a být v tomto prostoru provozována jen schválená letadla a operátoři.

- **Vertiporty**

Vertiport je speciální letiště pro start, odbavení a přistání letadel systému UAM. Jedná se o obdobu stávajícího heliportu, od kterého se liší požadavky na rozměry a vybavení, které umožní efektivní a kapacitní provoz letadel UAM. Takováto letiště musí splnit budoucí požadavky i na městskou zástavbu, kdy se předpokládá napojení systému UAM na další módy pozemní nebo i letecké dopravy a jeho dostupnost širšímu okruhu potenciálních zákazníků. Je předpoklad integrace UAM do přepravní služby kombinující více módů dopravy na základě objednávky zákazníka (door-to-door).

- **Systém údržby**

Podobně jako v komerční letecké dopravě bude zaveden licencovaný systém údržby v různých úrovních na jednotlivých letištích – vertiportech. Mimoto budou existovat huby/depot základny jednotlivých provozovatelů/dodavatelů údržby mimo systém komerčních vertiportů.

3.1.2. VTOL, (e)VTOL

VTOL je letadlo s kolmým vzletem a přistáním, které může vzlétnout a přistát vertikálně, aniž by se muselo spoléhat na přistávací dráhu. Do této klasifikace lze zahrnout různé typy letadel včetně vrtulníků i letadel s pevnými křídly a dalších hybridních letadel s poháněnými rotory, jako jsou cyklogyrosy/cykloptéry a gyrodyny.

VTOL je podmnožinou V/STOL (vertical or short take-off & landing / vertikální nebo krátký vzlet a přistání).



Příklady různých konceptů VTOL letadel (Zdroj: NASA)

VZLU vyvíjí vlastní letadlo typu (e)VTOL MiYa



MiYa Taxi (VZLU)

Na následujícím odkazu je rozsáhlý seznam známých konceptů elektrického a hybridního elektrického vertikálního vzletu a přistání (eVTOL).

<https://evtol.news/aircraft>](<https://evtol.news/aircraft>)

Vectored Thrust

(e)VTOL (Electric Vertical Take-off and Landing) – elektrická letadla s kolmým vzletem a přistáním – jsou vyvíjena spolu s autonomními technologiemi řízení letu a mobilitou jako službou (MaaS – Mobility as a Service), aby umožnila “pokročilou leteckou mobilitu” (AAM – Advance Air Mobility), která by mohla zahrnovat letecké taxi služby na objednávku, regionální leteckou mobilitu,

doručování nákladu (cargo) a osobní letecká vozidla (PAV – Personal Air Vehicles).

Globální trh s letadly (e)VTOL lze rozdělit na komerční (přeprava cestujících), přepravu nákladu (cargo), pro poskytování specializovaných zdravotnických služeb a pro vojenské účely. V současné době tvoří většinu celkového podílu trh s komerčními letadly.

Příklad úpravy eVTOL *MiYA* pro přepravu *MiYA Military cargo*, *MiYA Civil cargo* a *MiYA Civil PAX (UAM)* (vyvíjeno VZLU, design *1to1 s.r.o.*)

<p>MiYa Military Cargo</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Logistic Transport • Humanitarian Missions • Emergency Medevac
<p>MiYa Civil Cargo</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Fast Logistic Transport • Organs transport • Medevac
<p>MiYa Civil PAX (UAM)</p>		<ul style="list-style-type: none"> • UAM PAX transport

3.1.3. Vertiport – příklady ze zahraničí

Souběžně s vývojem letadel VTOL je možné vidět souboj o získání zakázek na stavbu různých druhů vertiportů pro specifické akce a lokality. Investoři investují do designu vertiportů význačné sumy.

Příklady aktuálních konceptů vertiportů můžeme najít například na stránkách firmy Skyports (<https://skyports.net/vertiports/>)



- **Dubai vertiport network** – Skyports and Dubai Roads and Transport Authority (RTA). Návrh vertiportu schválený Jeho Výsostí šejkem Mohammedem bin Rashidem Al Maktoumem



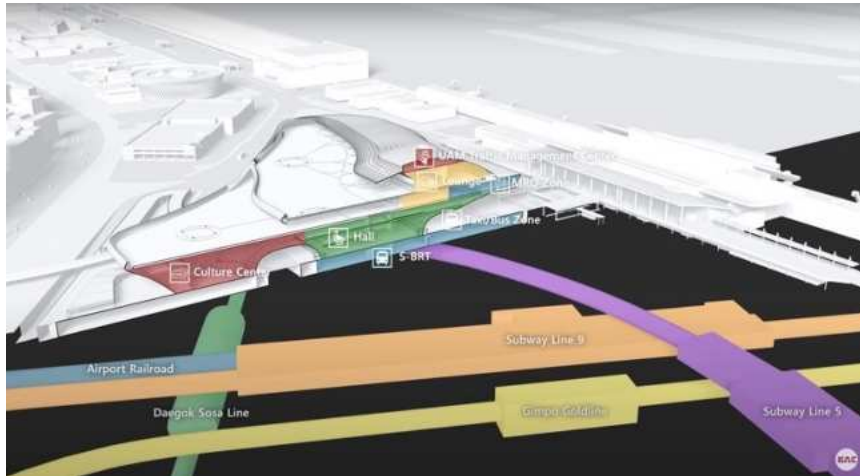
- **Skyports x Joby Living Lab** – umožní testovat a definovat technologie a postupy pro budoucí cestování eVTOL. Terminál má hrát důležitou roli při vývoji "nulového čekání" pro cestující, což je klíčový přínos pokročilé letecké mobility.



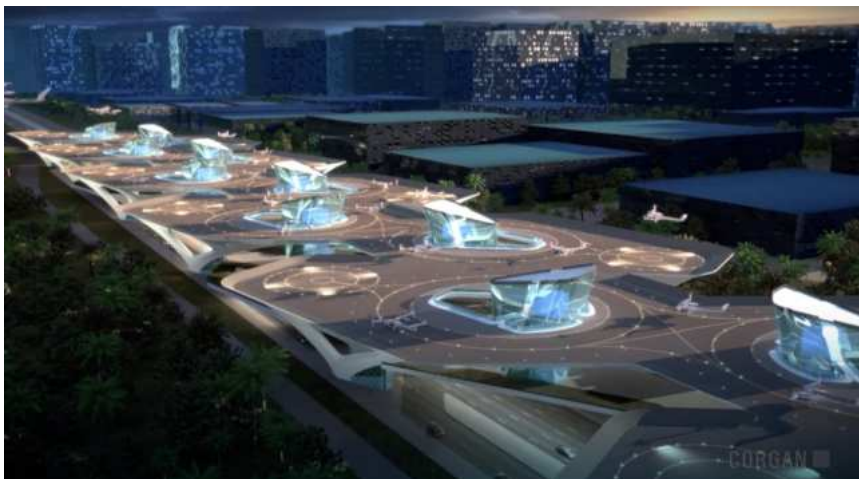
- **Voloport – Singapore**



- **N.E.S.T. South Korea** – je navržen jako součást významné urbánní struktury s napojením na dopravní uzel v přímé návaznosti na mezinárodní letiště.



- N.E.S.T. South Korea – řez vertiportem, obsluha dopravními systémy, sdílení objektu s kulturním centrem.



- **UBER studie** pro strukturu vertiportů umístěných nad dálniční sítí ukazuje snahu nalézt místo ve stávajících městských systémech pro tuto novou infrastrukturu, která vyžaduje rozsáhlé plochy.



- **UBER Tower** – studie vertiportů uspořádaných do výškové struktury



- **UBER – studie** střešního vertiportu nad obchodním centrem. Tento koncept je velmi často zobrazen na prezentacích takto rozsáhlých, ale i menších vertiportů. (Zdroj: Uber)



- **Studie střešního vertiportu** nad parkovacím domem (Zdroj: Ferrovial)



- Koncept vertiportu společnosti Urban-Air Port (s účastí Hunday Koncept Air-One lze přizpůsobit i pro námořní operace a byl nazván model Marine One) [https://www.autoevolution.com/news/korea-is-gearing-up-for-a-national-vertiport-network-together-with-a-strategic-partner-217070.html#agal_0]



- Společnost Urban-Air Port, která se zabývá leteckou a kosmickou výrobou, navrhla v britském Coventry letišti Air One pro elektrická létající auta a velké drony. Letiště o rozloze 17 000 metrů čtverečních je navrženo jako „první plně funkční ‚pop-up‘ městské letiště a nabíjecí centrum pro budoucí elektrická letadla s kolovým startem a přistáním (EVTOL)“.
[<https://www.urbanairport.com/uap-blog/air-one-launch-coventry-uk>]

3.1.4. Analýza hlavních bariér pro akceptaci UAM veřejností

Na základě důkladného výzkumu, přehledu literatury, analýzy místního trhu, průzkumů a rozhovorů studie zkoumala **EASA** postoje, očekávání a obavy občanů EU v souvislosti s UAM a odhalila zajímavé poznatky, z nichž některé byly nečekané. Výsledky průzkumu byly velmi homogenní mezi všemi dotázanými v celé EU a ve všech socioekonomických kategoriích. Lze je shrnout do deseti klíčových poznatků:

1) Pozitivní počáteční postoj k UAM v celé EU

83 % vyjadřuje počáteční pozitivní postoj k UAM

64 % a 49 % je připraveno vyzkoušet bezpilotní letadla a letecké taxíky.

Velmi homogenní odpovědi a žádné významné rozdíly mezi jednotlivými městy a skupinami respondentů

2) Silná podpora případů použití, které jsou cenné pro všechny

Největšímu zájmu veřejnosti se těší případy užití v nouzové a/nebo lékařské dopravě. Tři nejčastější případy použití:

41 % přeprava zraněné osoby do nemocnice

41 % doručení potravin, zdravotnických potřeb do nemocnic

36 % přeprava zdravotnického personálu na pohotovosti

3) Největší očekávané přínosy: rychlejší, čistší, rozšířená konektivita

71 % zlepšení reakční doby v případě nouze

51% snížení dopravních zácp

48 % snížení místních emisí

41 % rozvoj odlehlých oblastí

4) Největší obavy: bezpečnost, životní prostředí/hluk a bezpečnost

Obavy týkající se dronů

44 % bezpečnost

39 % security

35 % životní prostředí

28 % hluk

Obavy z leteckých taxíků

38 % životní prostředí

38 % hluk

37 % bezpečnost

29 % security

5) Bezpečnost: stávající úroveň bezpečnosti letectví je měřítkem

Občané očekávají, že provoz bude stejně bezpečný jako současná letecká doprava.

Obavy rostou s věkem respondenta

6) Životní prostředí: prioritou je ochrana volně žijících živočichů

Nejvíce obav se týká:

a) Negativních dopadů na zvířata

62 % pro drony 56 % pro letecké taxíky

b) Hlukové zátěže

52 % pro drony 53 % pro letecké taxíky

c) dopadu výroby na životní prostředí a klima, včetně baterií

43 % pro drony 42 % pro letecké taxíky

7) Hluk přijatelný na úrovni známých zvuků města

Úroveň obtěžování se liší podle neznalosti zvuku; známé městské zvuky na stejné úrovni decibelů jsou lépe přijímány

8) Potřeba budovat důvěru a důvěru občanů

Úroveň důvěry v bezpečnost a kybernetickou ochranu technologie UAM je jen mírně nad 50 %.

Polovina respondentů by lépe důvěřovala UAM, pokud by bezpečnostní a kybernetické předpisy přijaly všechny úrovně evropských orgánů, které by spolupracovaly

9) Pozemní infrastruktura: musí se dobře integrovat

Vertiporty musí být integrovány do místní dopravní sítě

Doručování pomocí dronů je preferováno v blízkosti domu (zahrada 68 %, stanice v sousedství 67 %).

Je třeba řešit obavy z hluku (48 %), bezpečnosti (41 %) a vizuálního dopadu

10) Regulační orgány: musí spolupracovat na všech úrovních

Podobná úroveň důvěry je vůči místním, regionálním, národním a evropským orgánům, které se zabývají UAM.

Respondenti očekávají, že se místní subjekty budou podílet na tvorbě předpisů

Akceptace UAM veřejností bude budována postupně, tak jak budou reálné zkušenosti z pilotních projektů a prvních sítí UAM ve světě. Je předpoklad, že lidé přijmou UAM, když pro ně tento přepravní mód přinese benefity v rámci jeho využívání – významné zkrácení cestovních časů, spolehlivost. To je ale reálné až při zavedení UAM 2.0, kdy by tento systém měl být cenově (díky značnému množství dopravních prostředků VTOL v provozu) a vzdálenostně (díky husté síti pozemní infrastruktury – vertiportů) dostupný širší veřejnosti.

Pro umístění stavby vertiportu do městských systémů platí základní požadavky na vliv dopravy na okolí stavby a pod letovými trasami. Hlavními bariérami jsou tedy dnes následující faktory:

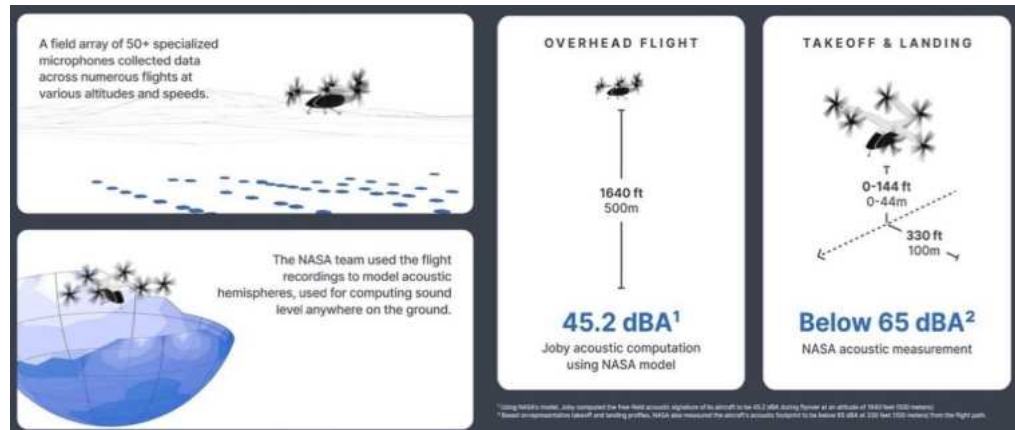
- **Hluk** – pro (e)VTOL Uber Elevate specifikoval hodnotu hluku 76 dB na vzdálenost 30 m od stroje a 67 dB ve vzdálenosti 250 m. V rámci dostupných informací z testování demonstrátorů strojů (e)VTOL v měřítku 1:1 se zdá tato hodnota být dosažitelná. V takovém případě bude přírůstek hluku v dané lokalitě od této dopravy minimální
- **Emise CO** – stroje (e)VTOL UAM musí mít nulovou stopu CO v rámci svého provozu. Jedná se o stroje s elektrickým pohonem a elektrickou zdrojovou soustavou na bázi akumulátorů, nebo generátoru na bázi H₂ palivových článků. UAM cílí na to být pevnou součástí udržitelné mobility
- **Soukromí** – letové cesty musí být plánovány tak, aby co nejméně obtěžovaly osoby na zemi a maximálně zachovaly jejich soukromí. Podobný problém byl již řešen u malých dronů v držení soukromých osob, ale i různých firem, které je užívaly například pro získávání dat.
- **Vizuální znečištění** – hustý kapacitní provoz v okolí vertiportů a nad obydlenými oblastmi je reálný až s nástupem etapy UAM 2.0 a později. Tato záležitost bude opět řešena plánováním/vedením vzdušných cest nad obydlenými oblastmi, nicméně v centru měst může být velmi složité se vyhnout residenčním oblastem.

Hluk

Hluk je pravděpodobně největší obavou pro obyvatele měst při akceptaci tohoto dopravního prostředku, který by se měl pohybovat nad jejich hlavami v relativně nízké výšce, hlavně v bezprostředním okolí vertiportů.

V rámci národní kampaně Advanced Air Mobility spolupracovala společnost Joby s NASA a přeletěla se svým prototypem S4 nad mobilním akustickým zařízením NASA, což je polní soustava více než 50 mikrofónů, v různých výškách a rychlostech, aby vytvořila model jeho akustické signatury během různých fází letu.

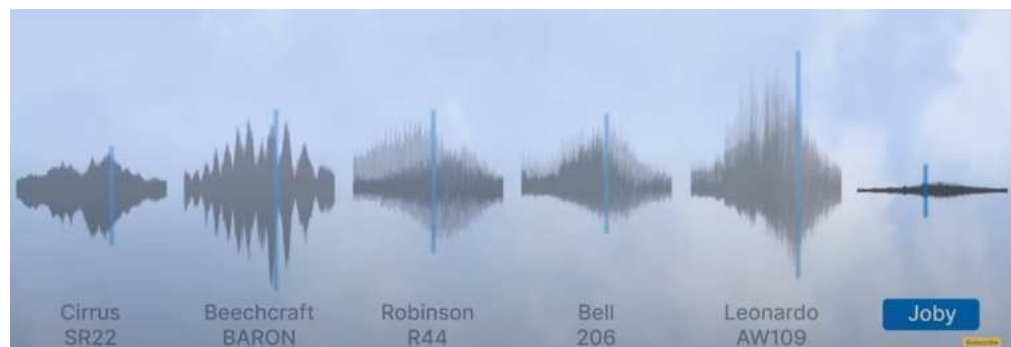
[NASA acoustic testing puts real numbers on Joby's eVTOL noise signature
(<https://newatlas.com/aircraft/nasa-joby-evtol-noise/>)]



Při 45,2 dBA ve výšce 500 m nad hlavou a 65 dBA ze vzdálenosti 100 m při vzletu je (e)VTOL společnosti Joby mnohem tišší než vrtulník a blíží se úrovni běžných městských zvuků (Joby Aviation).

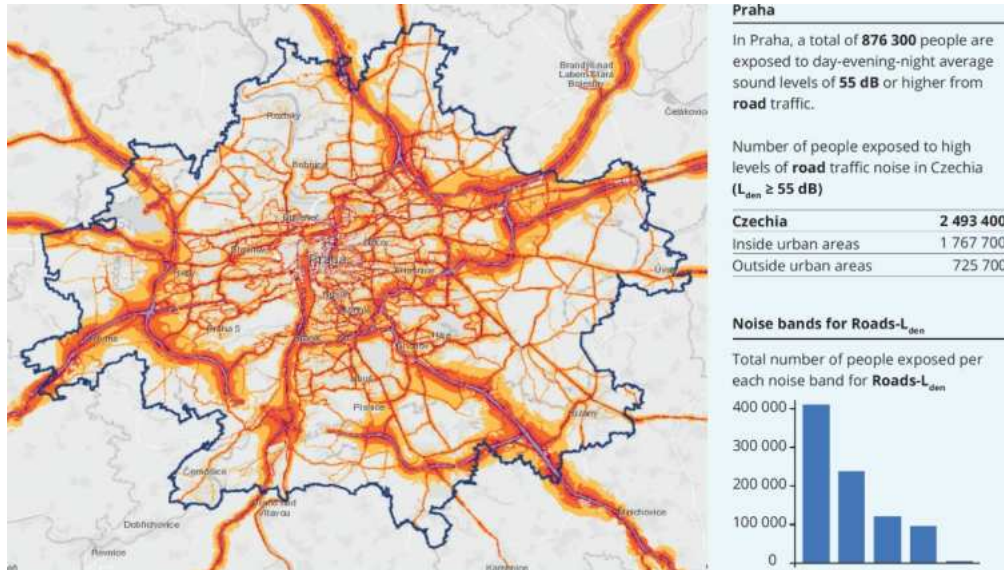
Nejprve, když letoun S4 letí nad hlavou rychlostí 100 uzlů (~115 mph/185 km/h) a ve výšce 500 m (1 640 stop), naměří na zemi přibližně 45,2 dBA. To je na [decibelové tabulce] (<https://www.commodious.co.uk/knowledge-bank/noise/measuring-levels>) něco mezi "ledničkou" a "mírným deštěm" a společnost to označuje za "hladinu zvuku, která podle Jobyho bude sotva znatelná na pozadí okolního prostředí měst".

Za druhé, při vzletu a přistání letadla zůstala hladina hluku měřená ve vzdálenosti 100 m (330 stop) od vertipadu během více než 20 testů VTOL pod 65 dBA, přičemž letadlo stoupalo do výšky 44 m (144 stop) nebo z ní klesalo. V decibelových tabulkách se tedy nachází někde mezi "běžnou konverzací" a "splachováním WC/vysavačem".



Příklad z hlukového testu společnosti Joby ukazující příznivou strukturu frekvence z (e)VTOL Joby. Díky tomu je možné tento hluk sdužit s existujícím hlukem například v okolí dálnic a dalších zdrojů hluku ve městských systémech.

Z následující mapy je možno jasně vysledovat, že to je automobilový provoz, který je zdrojem největšího hlukového zatížení. Hledat vhodnou lokalitu pro vertiporty je jistě vhodné v již hlukem zatížených dopravních koridorech a jejich nejbližším okolí na křížení s ostatními druhy dopravy.



Hluková mapa – Praha ukazuje významné emise hluku v okolí silničních koridorů procházejících městem.

Dalším zdrojem pro analýzu **akceptace a objednávky UAM služby** letadly VTOL byla v této analytické části výzkumná práce publikována v následujícím odborném časopise Journal of Air Transport Management, Volume 112, **Demand analysis in urban air mobility: A literature review**, Qi Long, Jun Ma, Feifeng Jiang, Christopher John Webster, September 2023,

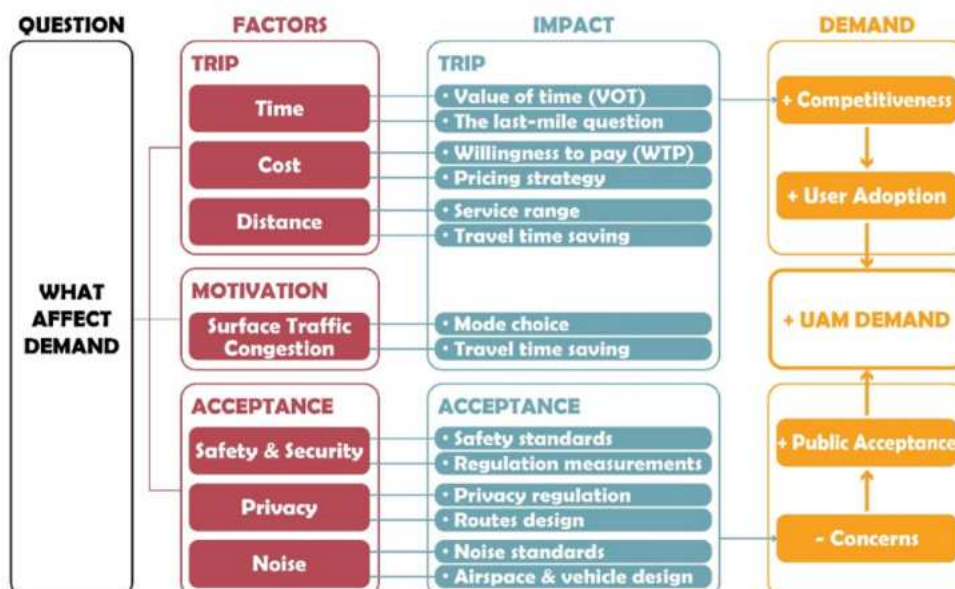
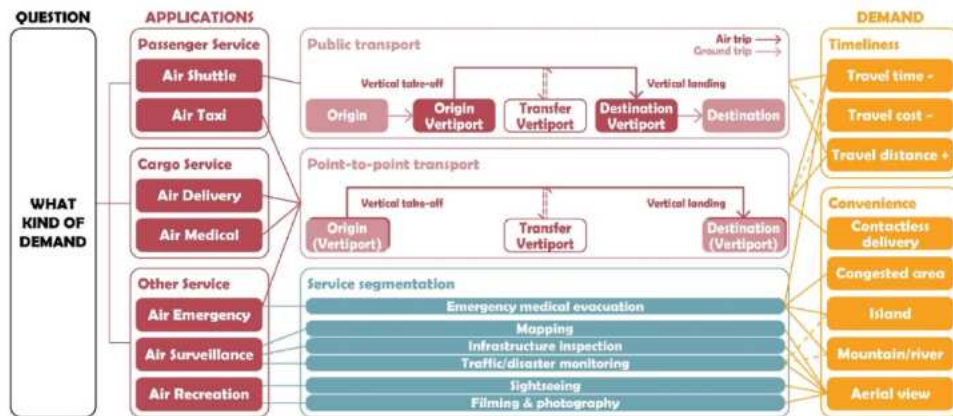
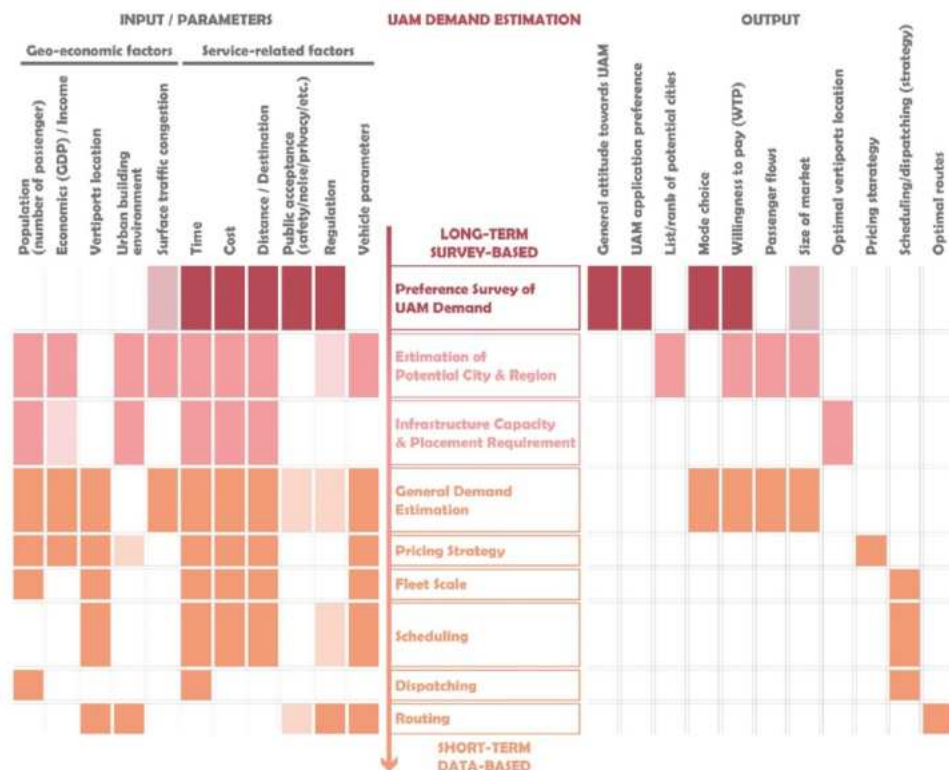


Diagram souhrnně znázorňuje různé druhy faktorů, které ovlivňují poptávku v UAM. Na základě různých faktorů vyhodnocuje jejich impakt na poptávku služby UAM.

Další diagram znázorňuje různé druhy aplikací UAM na základě poptávky pro tři základní formy užití VTOL. Těmi jsou přeprava osob, přeprava nákladu (cargo) a ostatní. Pro každou z nich popisuje strukturu (segmentaci) služby a důvod pro její objednávku.



Následující tabulka ukazuje vstupní parametry a výstupy metod/modelů odhadu poptávky po UAM



V konferenčním příspěvku (*Conference paper – Preis 2021*) byly publikovány tabulky s následujícími výsledky, které mohou být jedním z vodítek při vyhledávání vhodného místa pro umístění vertiportu v městských systémech i mimo ně.

V následujících tabulkách jsou uvedeny všechny relevantní aspekty vzešlé z odborného semináře popsaného v oddíle VI, včetně souvisejících oblastí (vzdušný prostor, budovy/architektura, obec, doprava, ostatní) a jejich významu v sestupném pořadí.

Všechny relevantní aspekty s pozitivními účinky.

Strongest positive effects	Related field
Proximity to final destination Blížkost cílové destinace	Transport Doprava
Advancement in UTM/ U-Space regulations Pokrok v předpisech UTM/U-Space	Airspace Letecký prostor
Access to shared mobility services Přístup ke službám sdílené mobility	Transport Doprava
Number of alternative transportation options Počet alternativních možností dopravy	Transport Doprava
New integrated and flexible planning concepts Nové integrované a flexibilní koncepty plánování	Building Budova/Objekt
Redevelopment of old transport and mobility hubs Přestavba starých dopravních uzlů a uzlů mobility	Building Budova/Objekt
Proximity to transportation hubs Blížkost dopravních uzlů	Transport Doprava
Pop-up concept and new forms of planning Koncept „pop-up“ a nové formy plánování	Building Budova/Objekt
Being able to connect to mobility hubs Možnost připojení k dopravním uzlům	Transport Doprava
High density of business communities Vysoká hustota podnikatelských subjektů	Community Společnost

Všechny relevantní aspekty s negativními účinky.

Least easily avoidable negative impacts	Related field
Regulation and certification Regulace a certifikace	Other Ostatní
Unclear demand of UAM Nejasná poptávka po UAM	Community Společnost
Flight routing criteria Kritéria pro směřování letu	Airspace Letecký prostor
Historic building and heritage protection Ochrana historických budov a dědictví	Building Budova/Objekt
Less expensive public transportation modes Méně nákladné způsoby veřejné dopravy	Transport Doprava

Repurposing of existing buildings considering fire code etc. Změna využití stávajících budov s ohledem na požární předpisy atd.	Building Budova/Objekt
Availability of space Dostupnost prostoru	Building Budova/Objekt
Privacy concerns Dostupnost prostoru	Community Společnost
Special sites like hospitals, kindergarten, schools Speciální místa jako nemocnice, školky, školy	Community Společnost
Nature reserve Nature reserve	Other Ostatní
Proximity to transportation hubs and competition with existing modes Blízkost dopravních uzlů a konkurence stávajících druhů dopravy	Transport Doprava
Constraints on passenger flow Blízkost dopravních uzlů a konkurence stávajících druhů dopravy	Building Budova/Objekt
Impossibility of direct connection to transportation hubs Nemožnost přímého spojení s dopravními uzly	Transport Doprava
Surrounding buildings obstructing approach and departure path Okolní budovy bránící příletové a odletové trase	Airspace Letecký prostor
Load limits of roofs Limity zatížení střech	Building Budova/Objekt
Noise pollution Hluková zátěž	Community Společnost

Všechny relevantní aspekty s negativními účinky.

Greatest uncertainty of impact	Related field
Political directions and climate policies Politické směřování a politika v oblasti klimatu	Community Společnost
Regulation and certification Regulace a certifikace	Other Ostatní
Advancements in UTM / U-Space regulations Pokroky v předpisech UTM / U-Space	Airspace Letecký prostor
Unclear demand of UAM Nejasná poptávka po UAM	Community Společnost
Flight routing criteria Kritéria pro směřování letu	Airspace Letecký prostor

Urban / city's strategy Strategie měst / obcí	Community Společnost
Unclear advantage of eVTOLs over conventional helicopters Nejasná výhoda eVTOL oproti konvenčním vrtulníkům	Other Ostatní
Surrounding buildings obstructing approach and departure path Okolní budovy bránící příletové a odletové trase	Airspace Letecký prostor
Pop-up concepts and new forms of planning Koncept „pop-up“ a nové formy plánování	Building Budova/Objekt
Fire codes Protipožární předpisy	Building Budova/Objekt
Sound protection Ochrana proti hluku	Building Budova/Objekt
Reliable network connection Spolehlivé připojení k síti	Other Ostatní
Proximity to transportation hubs Blízkost dopravních uzlů	Transport Doprava
Democratization of air mobility Demokratizace mobility ve vzduchu	Community Společnost
Redevelopment of old transport and mobility hubs Přestavba starých dopravních uzlů a uzlů mobility	Building Budova/Objekt
Urban development plan Plán územního rozvoje	Community Společnost
Link to logistic Propojení s logistickým systémem	Transport Doprava
Data and data availability (e.g. GPS) Data a jejich dostupnost (např. GPS)	Airspace Letecký prostor
New integrated and flexible planning concepts Nové integrované a flexibilní koncepty plánování	Building Budova/Objekt
Automated planning tools Automatizované nástroje plánování	Building Budova/Objekt
Connection to mobility hubs Připojení k dopravním uzlům	Transport Doprava
Less expensive public transportation modes Méně nákladné způsoby veřejné dopravy	Transport Doprava
ND Impossibility of direct connection to transportation hubs ND Impossibility of direct connection to transportation hubs	Transport Doprava

3.1.5. Založení prvních segmentů páteřní sítě vertiportů v ČR

Pro vznik prvních vertiportů, které by plnohodnotně a opakovaně začaly plnit funkci přepravy osob nebo nákladu (cargo) a byly zapojeny do dopravních systémů a přepravních sítí, bude nutné v rámci ČR překonat mnoho překážek.

Významnou bariérou bude akceptance UAM napříč politickým spektrem a stejně tak vertikálně od ministerstev až po vedení měst, městských částí a obcí. Dá se předpokládat, že v mnohých případech převládnu osobní zájmy nad celospolečenským zájmem implementovat UAM a VTOL do dopravní sítě v co nejkratším čase a dojde ke značnému zpoždění v jejich realizaci oproti jiným okolním státům. Bude nutná včasná a dlouhodobá kampaň pro získání veřejnosti a politické reprezentace, abychom se jako stát byli schopni v dohledné době 15 až 20-ti let zařadit do evropské sítě poskytující službu UAM.

Pro širokou akceptanci UAM veřejností by bylo vhodné najít nějaký důvod / event pro výstavbu prvních segmentů zkušební minisítě vertiportů – demonstrátorů pozemní infrastruktury a služby UAM, podobně jako v Paříži při olympijských hrách, kde budou v průběhu letních olympijských her v roce 2024 prezentována letadla (e)VTOL včetně vertiportů.

Z hlediska urbánního plánování nejsou v žádných rozvojových plánech krajů a měst připraveny žádné lokality a území specificky dedikována pro pozemní infrastrukturu UAM. Bude nutná úprava mnoha územních plánů.

Rozvoj vertiportů v centrech mnoha měst ČR bude nevhodný z hlediska nedostatku místa a hlavně díky přítomnosti historického jádra a chráněných objektů a území.

Obecně ve vnitřních částech měst, v lokalitách vhodných pro umístění vertiportů, bude velmi složité, díky vysoké hustotě zastavěného území, najít dostatečně veliký pozemek a bude pravděpodobně nutné hledat možnosti využití volného prostoru nad existující zástavbou, případně nad územím s jinou funkcí, kde by mohlo dojít i ke vzájemné symbióze mezi novým vertiportem a existující infrastruktúrou.

3.1.6. Předpoklad časové implementace UAM ve světě

V současnosti neexistuje platná komplexní letecká ani další legislativa umožňující zavedení a provozování UAM. Ve světě je více aktivních projektů vývoje letadel (e)VTOL pro UAM stejně tak existují projekty na výstavbu vertiportů.

Specifická situace je v Číně, kde je jiný přístup certifikačních autorit a dá se očekávat vznik pilotních projektů UAM v brzké době.

Ve zbytku světa je postup pomalejší, a je způsobem konzervativním přístupem schvalujících autorit (EASA, FAA) a potřebou vybudovat důvěru v nový systém UAM a jeho přijetí všech stakeholderů takového procesu (mimo leteckých

úřadů i národní, regionální vlády a municipalit, investorů, různých spolků a obecně veřejnosti, budoucích zákazníků a uživatelé UAM systému).

Dle NASA Electric Vertical Takeoff and Landing (eVTOL) Aircraft Technology for Public Services by vozidla (e)VTOL mohla být nasazena pro veřejné služby dříve než letecká taxislužba nebo jiné komerční aplikace, protože mise veřejných služeb mohou být snadněji schváleny na základě specifických kritérií pro mise, lokalizovaného oprávnění k letové způsobilosti letadel pro veřejné použití. A obvykle jsou provozovány v rámci centralizovaného řízení vzdušného prostoru. Kromě toho je vnímání a přijetí UAM ze strany veřejnosti obecně s menšími obavami, pokud operace zachraňují životy a přinášejí prospěch širšímu společenství.

V příštích desetiletích budou mít letouny (e)VTOL potenciál stát se základním nástrojem pro agentury veřejných služeb po celém světě v odvětvích, jako jsou např. hasičství, veřejná bezpečnost, pátrací a záchranné služby, pomoc při katastrofách a vymáhání práva.

UAM pro OH 2024

V Evropě bude prvním pilotním projektem provoz UAM v rámci OH 2024 v Paříži. Na projektu participují EASA, Volocopter ((e)VTOL), Groupe ADP (Investor), Skyports (vertiporty).

Společný tým průběžně prezentuje výsledky od roku 2021 včetně zkoušek v rámci sandboxu na malém letišti severně od Paříže, Pontoise. EASA potvrzuje, že běžící proces má za cíl k termínu zahájení olympijských her v létě 2024 získat všechna potřebná schválení a na projektu se intenzivně pracuje.

Podobně je oznámen další pilotní provoz v rámci ZOH 2026 v Miláně, Itálie.

Reálně se nedá i přes vize a proklamace hlavně výrobců letadel (e)VTOL pro UAM očekávat získání certifikace takových pilotovaných vozidel dříve než v roce 2024 a 2025.



Map of proposed stops for the air-taxi (Zdrpj: Euronews)

Vedoucí infrastruktury pro Evropu a Blízký východ ve společnosti Skyparts popisuje odbavení klienta na prvním evropském vertiportu, zkušebním terminálu v Pontoise nedaleko Paříže

"Před prvním portálem se klient odbaví. Je nutné se ujistit, že jde o správnou osobu ve správný čas. Pak bude klient pokračovat do malého salónku pro cestující. Asi pět minut před odletem budou cestující vyzváni k nástupu do leteckého taxi. Opět musí projít biometrickým portálem a jakmile jím projdou, mohou nastoupit do letadla“.



Společnosti Skyparts a Groupe ADP spustily v listopadu 2022 evropský testovací terminál vertiport. Lokalita se nachází 40 km severozápadně od Paříže.

Následující obrázek prezentuje příklad předpokládané časové osy dosažení zahájení provozu VTOL firmy Eve, která je podporovaná strategickým partnerem Embraer, výrobcem komerčních proudových a vojenských letadel. Firma má již objednávky od 17ti klientů v hodnotě cca 5.2 miliard dolarů.



<https://seekingalpha.com/article/4477487-eve-air-mobility-embraer-evtol-project-goes-public>

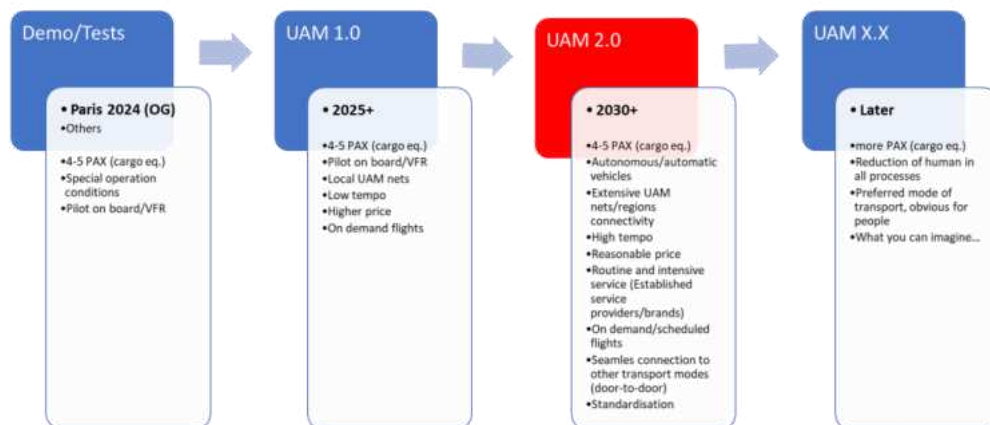
UAM ve světě

V první fázi se tak předpokládá zavedení pilotovaných (e)VTOL do provozu někdy po roce 2025 v částech světa, kde existuje rozšířená komerční vrtulníková doprava bez výraznějších legislativních bariér, jako je například latinská Amerika, bohaté země blízkého východu, Indie, Jižní Korea, Singapur, Japonsko, USA a postupně další.

Komerční provoz s pilotem na palubě za podmínek vidu (VFR) s využitím stávající infrastruktury VTOL (heliporty) s postupným budováním sítě vertiportů se v rámci řešení projektu označuje jako UAM 1.0

Teprve později, s cílem snížit přepravní náklady, bude zaveden systém UAM 2.0. Bude se již jednat o kapacitní leteckou dopravu s vybudovanou sítí UAM, letadla budou automatická/autonomní bez přítomnosti pilota na palubě létajících za podmínek IFR.

Odhad doby zavedení jednotlivých etap UAM je na diagramu výše.



Odhad trhu AAM

VZLÚ má zpracován rozbor a výhled trhu segmentu UAM/AAM na základě vyhodnocení publikovaných market forecastů a vyhodnocení postupu aktuálních projektů a trendů jak technických, tak dalších souvisejících oborů. Dále je uveden výtah a sumarizace.

Prescient & Strategic Intelligence

Globální trh městské letecké mobility (UAM), který by měl být v roce 2023 oceněn na 895,0 milionů dolarů, by se do roku 2030 zvýšil na 6 889,4 milionu dolarů, a to na 33,9 % CAGR během předpokládaného období (2023–2030). Hlavními hnacími faktory tohoto odvětví jsou rostoucí silniční provoz ve velkých městech a rostoucí počet uvedených produktů na trh.

Masterfox Consulting Group (MCG)

Očekává se, že globální trh městské letecké mobility poroste v období 2020–2027 se složeným ročním tempem růstu nad 12,5 %. Předpokládá se, že

celosvětový trh městské letecké mobility dosáhne do konce roku 2027 více než 13 miliard USD.

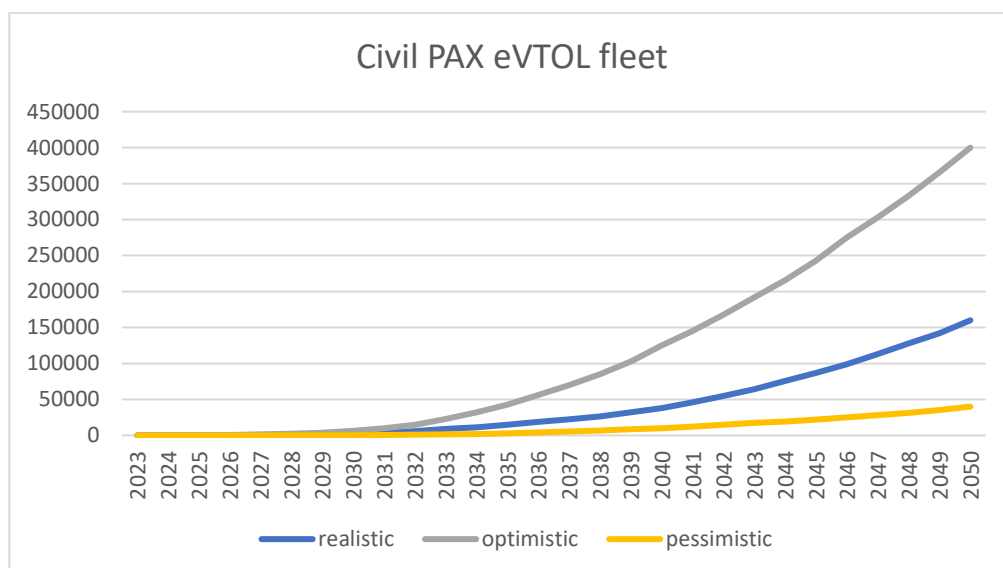
Morgan Stanley

Morgan Stanley provedla hloubkovou analýzu potenciálního trhu s leteckými taxi (e)VTOL a dospěla k závěru, že do roku 2040 může mít trh hodnotu přes 1,5 bilionu dolarů při provozu 160 tisíc kusů UAM v roce 2050 by tato hodnota měla vzrůst až na 9 bilionů USD při provozu 400 tisíc vozidel. (USD trillions)

Analýza VZLÚ

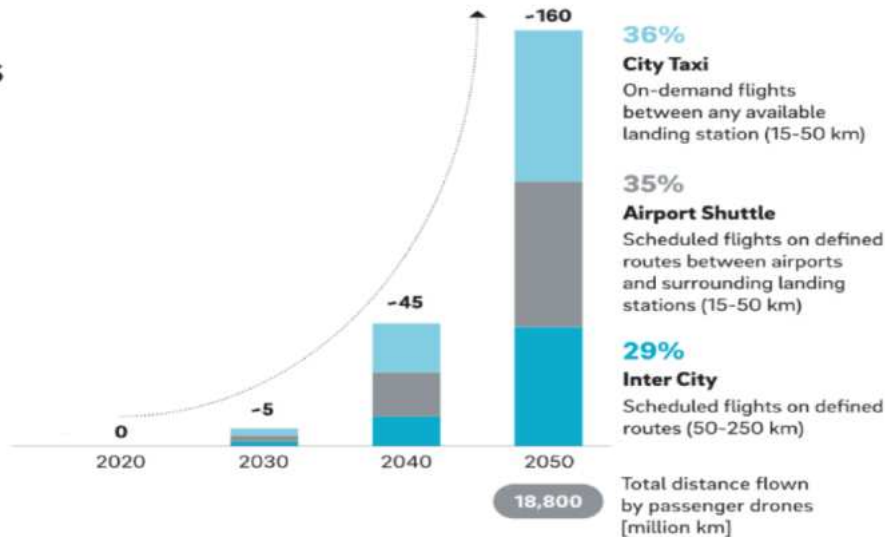
Na základě zpracování a vyhodnocení informací včetně výstupů z publikovaných forecastů VZLÚ zpracovalo výhled vývoje počtu provozovaných kusů a objem ročních dodávek letounu (e)VTOL PAX transport (2-5 PAX, 250 – 350 km dolet, mise inter/intra city).

Celkový počet provozovaných prostředků Civil PAX – UAM:



Roland Berger prognóza

Společnost Roland Berger předpokládá, že do roku 2050 bude na celém světě v provozu téměř 160 000 bezpilotních elektrických dronů, jejichž roční obrat bude činit téměř 90 miliard USD. Je třeba vzít v úvahu, že tyto finanční prostředky mají potenciál vytvořit technologii pro udržitelnější ekosystém mobility.



Operating Urban Air Mobility Passenger drones, number of passenger drones in Urban Air Mobility [Source: Roland Berger]

3.1.7. Stávající regulační předpisy pro navrhování Vertiportů (EASA)

3.1.7.1. Letecká legislativa

Aktuálně neexistuje letecká legislativa pro provoz letadel typu VTOL v rámci provozu UAM.

EASA vydala několik návrhů úpravy stávající legislativy a legislativy nové.

IAM

EASA zavádí termín Innovative Air Mobility

Je to pojem pro nový druh provozu letadel se schopností kolmého vzletu a přistání (VCA – VTOL Capable Aircraft). Obecně jde o nový druh letecké dopravy.

UAM

UAM je specifikace provozu letadel VCA nad hustě obydlenými oblastmi. Předpokládá se, že budou certifikovány podle SC-VTOL-01 kategorie Enhanced.

NAM

Jedná se o provoz letadel VCA mimo hustě obydlené oblasti. EASA předpokládá provoz letadel certifikovaných podle SC-VTOL-01 Kategorie Basic. Tyto letadla nebudou moci být zahrnuty do provozu UAM. V tomto prostředí bude možné provozovat letadla certifikovaná pro UAM.

Vzdušný prostor a koridory

Provoz UAM není legislativně upraven. Existují návrhy uspořádání takového prostoru jako je například FAA ConOps UAM v. 2.0 nebo studie NASA.

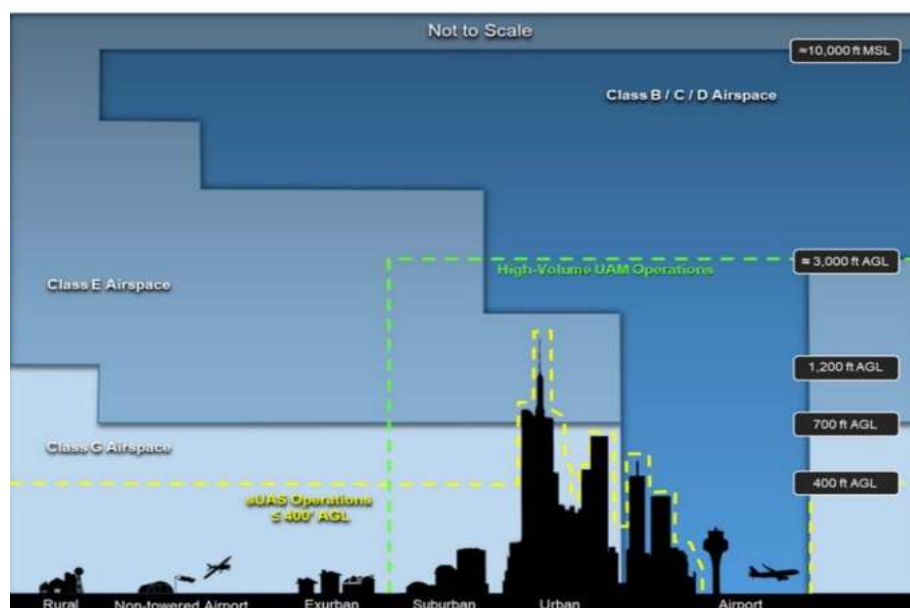
Předpokládá se, že vznikne řízený geograficky vymezený (prostory a koridory) letový prostor se specifickým řízením letového provozu UTM, služby řízení budou provozovat úřadem delegované organizace (PSU). Jednotlivé vertiporty budou poskytovat služby v přímé oblasti vertiportu (Vertiport Management) podobně jako je to dnes v případě CTR/TMA.

Stejně tak se předpokládá standardizace ohledně výcviku pilotů VCA (on board/remote) a komunikace. Letadla a provozovatelé budou muset mít pro vstup do těchto prostor příslušné oprávnění/schválení.

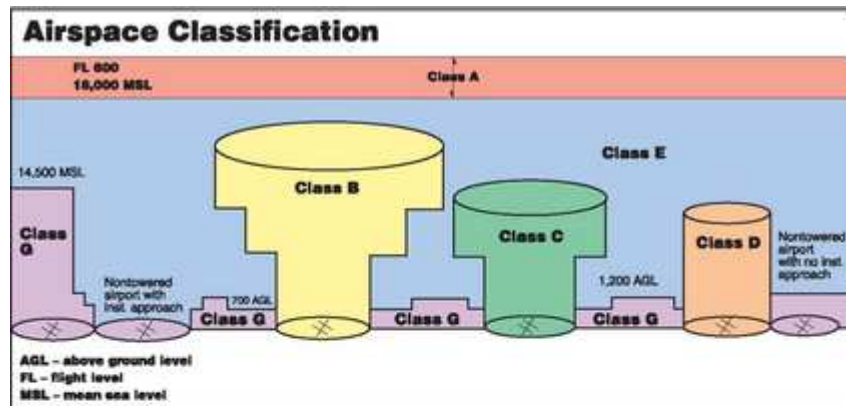
Provoz letadel UAM bude typicky ve výšce 1000 až 3000 ft AGL (cca 300 m až 900 m nad terénem).

Počítá se s tím, že UAM airspace bude průnikem jednotlivých vzdušných prostor včetně přístupů do prostorů B/C/D včetně plnění dnešních a budoucích požadavků pro let v takovém prostoru. Stejně tak bude muset být vyřešen průnik UAM a U-Space minimálně v okolí vertiportů. Postupně UAM provoz bude v režimu IFR s integrací bezpilotních automatických a autonomních letadel.

Klasifikace vzdušného prostoru (bez UAM, U-Space do výšky 400 ft)

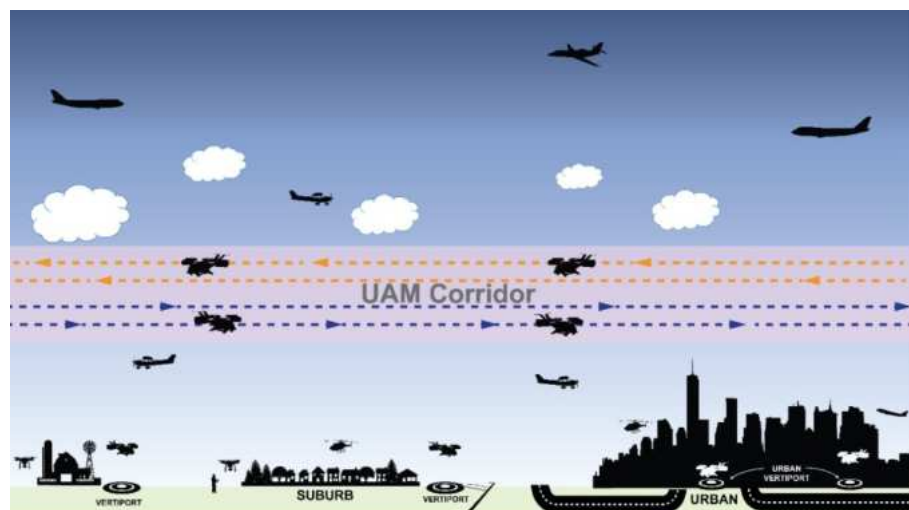


Požadavky pro vstup/let v třídě vzdušného prostoru

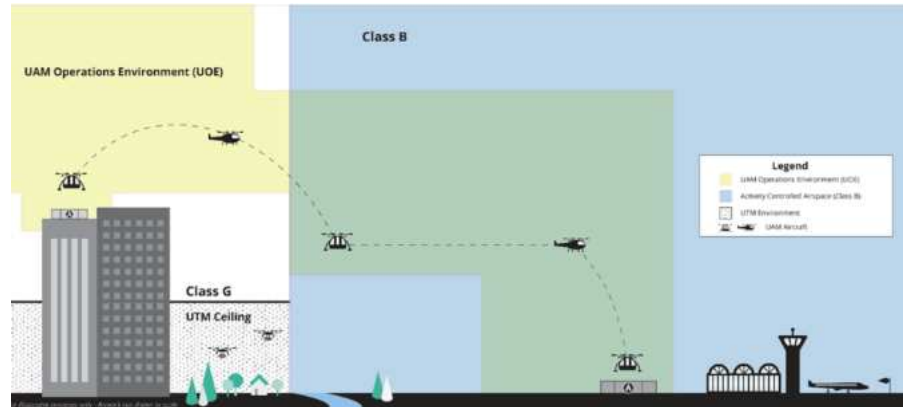


Airspace	Class A	Class B	Class C	Class D	Class E	Class G
Entry Requirements	ATC clearance	ATC clearance	Prior two-way communications	Prior two-way communications	Prior two-way communications*	Prior two-way communications*
Minimum Pilot Qualifications	Instrument Rating	Private or Student certification. Local restrictions apply	Student certificate	Student certificate	Student certificate	Student certificate
Two-Way Radio Communications	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes, under IFR flight plan*	Yes*
Special VFR Allowed	No	Yes	Yes	Yes	Yes	N/A
VFR Visibility Minimum	N/A	3 statute miles	3 statute miles	3 statute miles	3 statute miles**	1 statute mile†
VFR Minimum Distance from Clouds	N/A	Clear of clouds	500' below, 1,000' above, 2,000' horizontal	500' below, 1,000' above, 2,000' horizontal	500' below,** 1,000' above, 2,000' horizontal	Clear of clouds†
VFR Aircraft Separation	N/A	All	IFR aircraft	Runway Operations	None	None
Traffic Advisories	Yes	Yes	Yes	Workload permitting	Workload permitting	Workload permitting
Airport Application	N/A	• Radar • Instrument Approaches • Weather • Control Tower • High Density	• Radar • Instrument Approaches • Weather • Control Tower	• Instrument Approaches • Weather • Control Tower	• Instrument Approaches • Weather	• Control Tower

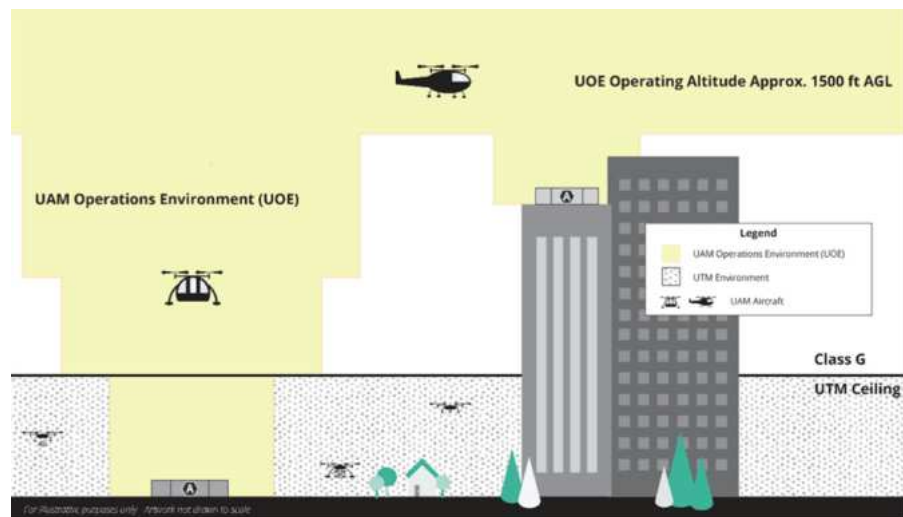
*Only if a temporary tower or control tower is present is the exception.
**Only true below 10,000 feet.
†Only true during day at or below 1,200 feet AGL (see 14 CFR part 91).



Návrh organizace UAM vzdušného prostoru (FAA ConOps UAM v. 2.0)



UAM Operating Environment, Operational side view – entry to control airspace



UAM Operating Environment, Operational side view – UAM Aerodomes

- | | |
|--|---|
|  Pilot in Command (PIC) |  Providers of Services to UAM (PSU) |
|  GA Aircraft |  Supplementary Data Service Provider (SDSP) |
|  City, State, and Local Government |  UAM Aircraft |
|  Emergency Aircraft |  UAM Aerodrome Operators |
|  Federal Aviation Administration (FAA) |  Other |
|  Fleet Operators | |

UAM Ecosystem of some key roles in the UAM ekosystem, playing a large role in UAM operations and regulatry landscape.
UAM nominal Gate-to-Gate operations overview

UAM Nominal Gate-to-Gate Operations Overview

UAM operations are highly collaborative & rely on constant information exchange between stakeholders



	Pre-flight	Take-off	Climb & Cruise	Descend	Land, Taxi, & Disembark
Fleet Operator	<ul style="list-style-type: none"> Files operations plan Verifies passenger manifest and destination Performs dispatch duties 	<ul style="list-style-type: none"> Approves taxi/takeoff authorization 	<ul style="list-style-type: none"> Monitors conformance to operations plan Monitors aircraft health and status Maintains open data exchange with PSU and aircraft Makes updates to destination, etc., as needed 	<ul style="list-style-type: none"> Monitors conformance Monitors aircraft Maintains open data exchange with PSU and aircraft 	<ul style="list-style-type: none"> Monitors conformance Monitors aircraft Assigns gate (shared with UAM aerodrome operator) Confirms aircraft ready for turnaround
PSU	<ul style="list-style-type: none"> Conducts strategic deconfliction and negotiate resolution(s) 	<ul style="list-style-type: none"> Transmits taxi/takeoff authorization and departure sequencing command 	<ul style="list-style-type: none"> Conformance monitoring Communicates updated operations plan Assists with tactical deconfliction Maintains open data exchange 	<ul style="list-style-type: none"> Conformance monitoring Communicates sequencing and route changes Issues landing clearance Sequences aircraft into UAM aerodrome 	<ul style="list-style-type: none"> Confirms all clear for aircraft landing Gives taxi instructions Closes operations plan
FAA	<ul style="list-style-type: none"> Approves operations plan through automated data exchange 		No active participation but maintain authority over airspace		
Aerodrome Operator	<ul style="list-style-type: none"> Screens passengers and cargo Performs passenger boarding Confirms all clear for departure 	<ul style="list-style-type: none"> Confirms all clear for aircraft departure 	N/A	<ul style="list-style-type: none"> Confirms UAM aerodrome clear for aircraft landing Allocates landing pad and debark area 	<ul style="list-style-type: none"> Confirms landing area is clear Assigns gate (shares with fleet operator) Approves/moves aircraft to gate
Aircraft and Aircraft Crew	<ul style="list-style-type: none"> Performs systems check Confirms aircraft ready for departure 	<ul style="list-style-type: none"> Executes takeoff procedure and sequencing 	<ul style="list-style-type: none"> Executes climb and cruise procedures Maintains V2V data exchange and executes tactical deconfliction and collision avoidance Monitors systems and pushes aircraft health and status to fleet and UAM aerodrome operator 	<ul style="list-style-type: none"> Executes descent procedure and sequencing Maintains V2V data exchange and executes tactical deconfliction and collision avoidance 	<ul style="list-style-type: none"> Scans and confirms all clear for landing Executes landing procedure and taxi Identifies needed maintenance/turnaround requirements

UAM Nominal Gate-to Gate Operation Overview

EASA

EASA 24.3.2022 vydala prototypovou specifikaci PTS-VPT-DNS pro návrh vertiportu. Dokument obsahuje požadavky na rozměry, značení a základní vybavení vertiportu, stejně tak specifikuje geometrickou obálku příletů a odletů letadel UAM typu (e)VTOL. Jedná se však o provoz za vidu VFR a letadla s pilotem na palubě. Pro přístrojové lety (IFR) a letadla (e)VTOL bez pilota na palubě požadavky neexistují.

The EASA VPTTF developed the PTSs based on the ADR rules (EU regulations and EASA certification specifications (CS-ADR-DSN and CS-HPT-DSN (Certification Specifications for Heliports)), as well as on ICAO Annex 14, Volume I, 'Aerodromes', Volume II, 'Heliports', ICAO Document 9261, Heliport Manual, and inputs from VTOL manufacturers and experts.

[Vertiports Prototype Technical Specifications for the Design of VFR Vertiports for Operation with Manned VTOL-Capable Aircraft Certified in the Enhanced Category (PTS-VPT-DSN) March 2022]

„Special conditions EASA SC-VTOL-01“ jako takové od data svého vydání 2.7.2019 nedoznali změny. Na druhou stranu probíhá postupné vydávání a zpřesňování podmínek průkazu letadel typu eVTOL, jsou vydávána a doplňována MOC k SC. Požadavky jsou konfrontovány s návrhem eVTOL VZLÚ MiYa, který je použit pro návrh a validování všech řešených úkolů v rámci projektu Vertimove. eVTOL MiYa doposud vyhovuje v návrhu všem vydaným požadavkům pro kategorii Enhanced.

3.1.7.2. Uzemní a stavební legislativa

Umístění stavby vertiportů do území a povolení k jejich stavbě je regulované příslušnými zákony, vyhláškami a předpisy.

Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) zrušeno k 1.1.2024, a Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj ČR č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, se ruší a od 1.1.2024 budou nahrazeny Zákonem č. 283/2021 Sb. - Stavební zákon Seznam některých z dalších zákonů, vyhlášek a norem je součástí kapitoly 7 této Metodiky.

Stavební předpisy vertiportů:

Po dobu řešení projektu v období 1/2022 až 12/2023 docházelo k posunu v této oblasti
Návrhy předpisů jsou obsaženy např. v EASA NPA 2022-06 a EASA Opinion 03-2023

Probíhá diskuse nad problematikou Initial Airworthiness and Continual Airworthiness.

V roce 2022 bylo vydáno NPA 2022-06 a následně v roce 2023 Opinion No. 03/2023.

V oblasti požadavků na vlastní vertiport EASA vydala v 3/2022 prototypovou technickou specifikaci pro návrh VFR vertiportů pro provoz pilotovaných VTOL letadel certifikovaných v kategorii Enhanced (PTS-VPT-DSN). Analýza a vstupy pro projekt Vertimove jsou zpracovány ve zprávě MR/0032/2022 R1. Tento dokument slouží jako základ pro návrh vertiportů a provozu eVTOL v jeho okolí, jak je řešeno v projektu Vertimove.

Protože letecká legislativa pro problematiku UAM, vertiporty i eVTOL (VCA) je aktuálně v různé fázi rozpracování a odborných diskusí, není výstupem projektu žádný konkrétní návrh změn letecké legislativy. Aktuální legislativu pro provoz vrtulníků včetně heliportů nedává smysl měnit při plánovaném vydání nové sady předpisu pro v projektu Vertimove řešenou problematiku.

Tým VZLÚ je v kontaktu s EASA a je zapojen do diskuse ke vzniku předpisů pro problematiku eVTOL a IAM, UAM. Logicky zde využívá dosažených poznatků z řešení projektu Vertimove.

3.1.8. Analýza pravděpodobných strategických lokalit pro první fázi umístění vertiportů na území ČR včetně přesahu do zahraničí

Vznik sítě vertiportů bude specifický vzhledem ke struktuře urbánní sítě v ČR. Některé předpoklady popisované v různých studiích a výzkumných projektech, například agenturou NASA, nemusí na území ČR fungovat vzhledem ke

specifické struktury urbánního osídlení. Struktura osídlení a velikost měst podle počtu obyvatel a rozlohy měst a regionů vytváří odlišné vstupní podmínky na objednávku služby UAM a tím pádem i na umístění vertiportů a jejich propojení do jednotné sítě. Analýza vytipované lokality a její pozitivní hodnocení budou hlavním ukazatelem pro návrh a výstavbu vertiportu v daném místě a návrh celonárodní sítě vertiportů v ČR.

V mnoha případech však nemusí být ekonomická návratnost hlavním důvodem pro realizaci vertiportu a jeho zázemí. Místo toho může hrát roli multiplikačního faktoru pro zvýšení atraktivity dané lokality a tím i její přidané hodnoty pro její uživatele, kde ekonomická návratnost není hlavním faktorem, poptávka pro umístění veřejného i privátního vertiportu.

Struktura osídlení ČR

Následující mapa zobrazuje města nad 10.000 obyvatel (červeně města nad 40.000 obyvatel, zeleně nad 20.000 obyvatel a modře nad 10.000 obyvatel)



Mapa měst nad 10.000 obyvatel (Zdroj:Wikipedia)

V Česku je podle zákona o obcích statutárním městem takové město, které má právo si svoji správu organizovat podle základní městské vyhlášky, která se označuje jako statut města. Status statutárního města v České republice také znamená, že se na rozdíl od ostatních měst, městysů a obcí mohou členit na dílčí samosprávné části městské části nebo městské obvody, jež jsou vymezeny právě ve statutu města. V Česku je podle zákona o obcích 26 statutárních měst, navíc Praha má zvláštní status hlavního města, který však zahrnuje i znaky statutárního města.

(Wikipedia) https://cs.wikipedia.org/wiki/Statutární_město

Následující tabulka znázorňuje největší města v ČR, která se nabízejí na umístění vertiportů střední a větší velikosti vzhledem k počtu svých obyvatel. Největší typ vertiportů se předpokládá pravděpodobně pouze v Praze, jelikož je to jediné

město v ČR, které má přes milion obyvatel a splňuje mnoho podmínek k jejich realizaci nejenom v blízkosti města či na jeho okraji.

Daleko složitější bude umístit vertiporty do blízkosti centra města či přímo do centra. V dalších kapitolách budou představeny výsledky analýzy teoretických lokalit pro umístění vertiportů za účelem získání relevantních informací, jak budoucí lokality vybírat.

Město	Počet obyvatel k 12.1.2023	Rozloha km ²	Okres
Praha	1,357,326	496.15	Praha
Brno	396,101	230.18	Brno-město
Ostrava	283,504	214.23	Ostrava-město
Plzeň	181,240	137.67	Plzeň-město
Liberec	107,389	106.09	Liberec
Olomouc	101,825	103.33	Olomouc
České Budějovice	96,417	55.6	České Budějovice
Hradec Králové	93,506	105.69	Hradec Králové
Pardubice	92,149	82.66	Pardubice
Ústí nad Labem	91,963	93.97	Ústí nad Labem
Zlín	74,191	102.83	Zlín
Havířov	70,245	32.08	Karviná
Kladno	68,436	36.97	Kladno
Most	63,856	86.94	Most
Opava	55,512	90.61	Opava
Frýdek-Místek	54,188	51.56	Frýdek-Místek
Jihlava	52,548	87.87	Jihlava
Teplice	50,843	23.78	Teplice
Karviná	50,172	57.52	Karviná
Karlovy Vary	49,043	59.08	Karlovy Vary
Děčín	47,180	117.7	Děčín
Chomutov	49,940	29.25	Chomutov
Jablonec nad Nisou	45,830	31.38	Jablonec nad Nisou
Mladá Boleslav	45,000	28.9	Mladá Boleslav
Prostějov	43,551	39.04	Prostějov
Přerov	41,634	58.45	Přerov
Česká Lípa	37,262	66.1	Česká Lípa
Třebíč	31,712	57.59	Třebíč
Třinec	34,306	85.36	Frýdek-Místek
Tábor	34,301	62.22	Tábor

Tři základní sektory poskytování služby UAM letadly VTOL

Budoucí služba UAM bude plnit trochu odlišné role ve třech dopravních schématech. Můžeme jí rozdělit na tři základní sektory:

- **Městská** – služba UAM pomocí VTOL bude poskytována v rámci měst, často se předpokládá přeprava osob z centra na letiště, z center satelitních

sídlištních útvarů do centra nebo napříč městem, kde není dostatečně vybudovaný jiný druh dopravy a v daných lokalitách je dostatečný důvod pro jejich umístění.

- **Příměstská** – služba UAM pomocí VTOL bude poskytována pro příměstskou dopravu. Ta je například v Praze z mnoha směrů velmi dobře zajištěna vlakovou dopravou.
- **Meziměstská** – služba UAM pomocí VTOL bude poskytována pro dopravu mezi městy nebo městem a vzdálenými lokalitami i mimo městskou zástavbu. Zde je hlavním faktorem zkrácení časového úseku pro překonání vzdálenosti mezi dvěma vybranými lokalitami, s neexistujícími zácpami.

URBAN AIR MOBILITY ECOSYSTEM INCLUDES CITY CENTER, SUBURBAN AND EDGE CITY

AN EMERGING MODE OF TRANSPORTATION, THE SPECIFICS OF UAM ARE YET TO BE DEFINED

NASA defines UAM as a safe and efficient system for air passenger and cargo transportation within an urban area, inclusive of small package delivery and other urban Unmanned Aerial Systems (UAS) services, that supports a mix of onboard/ground-piloted and increasingly autonomous operations.



CITY CENTER

High-density downtown employment centers and surrounding neighborhoods



SUBURBAN

Predominantly lower density residential neighborhood with some mixed use facilities



EDGE CITY

Medium-density employment centers outside of the urban core

THE PROMISE OF URBAN AIR MOBILITY

- Decongest Road Traffic
- Improve Mobility
- Reduce Transport Time
- Decrease Pollution
- Reduced Strain on Existing Public Transport Networks
- Reduce Traffic Accidents

Principals of the Urban Sky, WEF, 09/2020

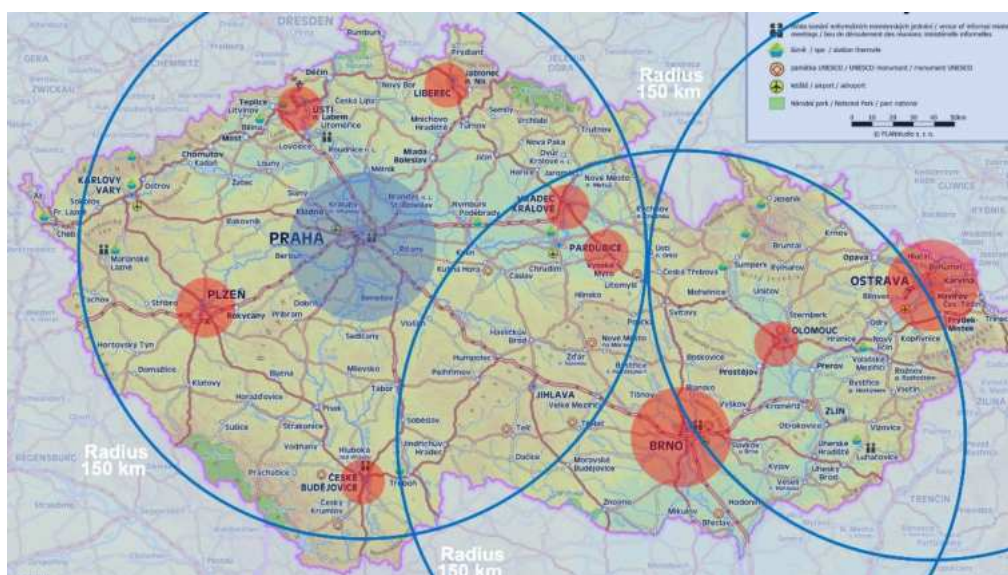
<https://www.weforum.org/reports/principles-of-the-urban-sky/>

Předpoklady pro vytvoření celonárodní sítě vertiportů

V současném okamžiku se předpokládáný dolet stávajících konceptů (e)VTOL pohybuje kolem 300 km. Dá se předpokládat, že tento dolet se navýšením kapacity baterií ještě vyšší.

Autor předpokládá, že hlavní vertiporty „páteřní sítě“ budou v první etapě umístěny do Prahy, kde by mohlo vyrůst několik vertiportů rozdílné velikosti podle vybrané lokality a specifických podmínek pro jeho umístění. Dalším předpokladem je, že postupně budou umístěny do větších měst, jako je Brno, Ostrava, Plzeň. Ostatní vertiporty budou jistě umístěny blízko k hranicím, například v Českých Budějovicích, Ústí nad Labem, Liberci a Karlových Varech. Další vhodná města jsou třeba Hradec Králové, případně Pardubice nebo Olomouc a Zlín. Je vysoce pravděpodobné, že UAM poskytována dopravními prostředky (e)VTOL se stane součástí kritické infrastruktury a bude postupně umístěna do všech krajských měst i měst s významnými průmyslovými areály a lokalitami s logistickými centry.

Následující mapa ukazuje dolet letadla se schopností návratu do původního místa vzletu bez možnosti dobíjení. Ta je cca 150 km. Hlavními centry prvotní sítě je zvolena Praha, Brno a Ostrava.



Díky doletu i z hlavního vertiportu v Praze je možné dosáhnout měst sousedních států, kde se vertiporty dají předpokládat. Z Prahy bude dostupný například Berlín, Lipsko, Wroclav, Norimberg, Mnichov, Vídeň a Bratislava. Z ostatních měst umístěných blíže k hranicím ČR je možné na jedno nabití dolétnout i do dalších významných městských sídel v zahraničí.

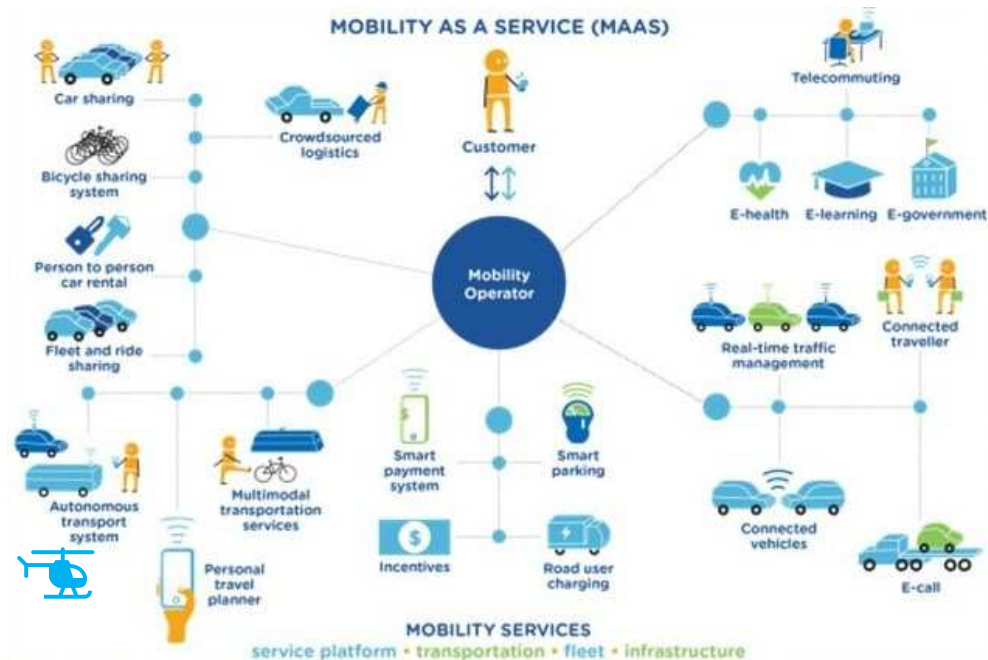


3.1.9. Propojení dopravy UAM do ITS (Jednotného systému hromadné dopravy)

Propojení UAM do jednotného dopravního systému je jedním z jejich důležitých cílů.

Hietanen (2014) popisuje mobilitu jako službu (**Mobility-as-a-Service, MaaS**), jako model narušení mobility, v němž jsou uspokojovány hlavní dopravní

potřeby zákazníka. Technologický pokrok a rostoucí digitalizace umožňující zavedení MaaS, tj. uživatelé mohou prostřednictvím společného digitálního kanálu plánovat, rezervovat a platit za více druhů služeb mobility. MaaS podporuje odklon od způsobů dopravy v osobním vlastnictví k mobilitě koncipované jako služba pro všechny občany v určitém městském prostředí. Na rozdíl od jiných aplikací je důležité vzít v úvahu, že pokud jde o UAM, je MaaS koncipována jako služba pro všechny občany v určitém městském prostředí, nikoli pouze pro uživatele daného druhu dopravy.



(Zdroj: ARC Advisory group)

Přístup MaaS se zaměřuje na udržitelný rozvoj UAM prostřednictvím následujících zásad.

Multimodalita, znamená, že **jeden** dopravce přebírá výhradní odpovědnost za celou cestu, i když jsou využíváni další dopravci. Koncepce **MaaS** umožňuje praktický přechod od segmentované a unimodální dopravy k centralizované a multimodální dopravě; tento způsob dopravy se kombinuje se všemi dostupnými v jedinečném a komplexním řešení;

Dynamický systém, tj. více než jeden odpovědný subjekt zasahující do celé cestovní trasy. MaaS umožňuje kombinovat různé druhy dopravy, čímž se stabilně rozšiřuje nabídka prostřednictvím progresivních služeb mobility;

Modulární a uživatelsky přívětivá, MaaS je modulární platforma služeb mobility se seznamem všech druhů dopravy, která jim umožňuje plánovat cestu na míru;

Nulové emise, integrace různých forem ekologických způsobů dopravy (např. aktivní mobility, veřejné elektrické dopravy, sdílených služeb elektrické mobility), do jediné služby mobility, která cestujícím umožňuje plánovat a cestovat z bodu A do bodu B ekologicky šetrným a bezproblémovým způsobem.

(Urban Air Mobility and Sustainable Development – White Paper
[<https://maia.my/wp-content/uploads/2023/02/UAM-White-Paper-January-2023.pdf>])

3.1.10. Letiště

Pro počáteční fázi rozvoje sítě vertiportů mohou být použity stávající letiště, včetně sportovních letišť, kde nebude problém najít místo alespoň pro jednoduchý typ vertiportů a bude možné využít jeho stávající zázemí.

Letištěm je územně vymezená a vhodným způsobem upravená plocha včetně souboru leteckých staveb a zařízení letiště, trvale určená ke vzletům a přistávání letadel a k pohybům letadel s tím souvisejícím (§ 2 Zákona č. 49/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů). Letiště je z pohledu dopravní infrastruktury chápáno jako veřejná dopravní infrastruktura (§ 2 odst. 1 písm. K, bod 1. zákona č. 183/2006 Sb., ve znění pozdějších předpisů).

V ČR je 90 civilních letišť. V souladu se zákonem o civilním letectví (č. 49/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů) se **civilní letiště dělí podle vybavení, provozních podmínek a základního určení** na:

- a) vnitrostátní** (letiště určená a vybavená k uskutečňování vnitrostátních letů, při nichž není překročena státní hranice ČR, a letů, při nichž není překročena vnější hranice);
- b) mezinárodní** (celní letiště určená a vybavená k uskutečňování jak vnitrostátních letů a letů, při nichž není překročena vnější hranice, tak i letů, při nichž je vnější hranice překročena).

Podle charakteru se civilní letiště dále rozdělují na:

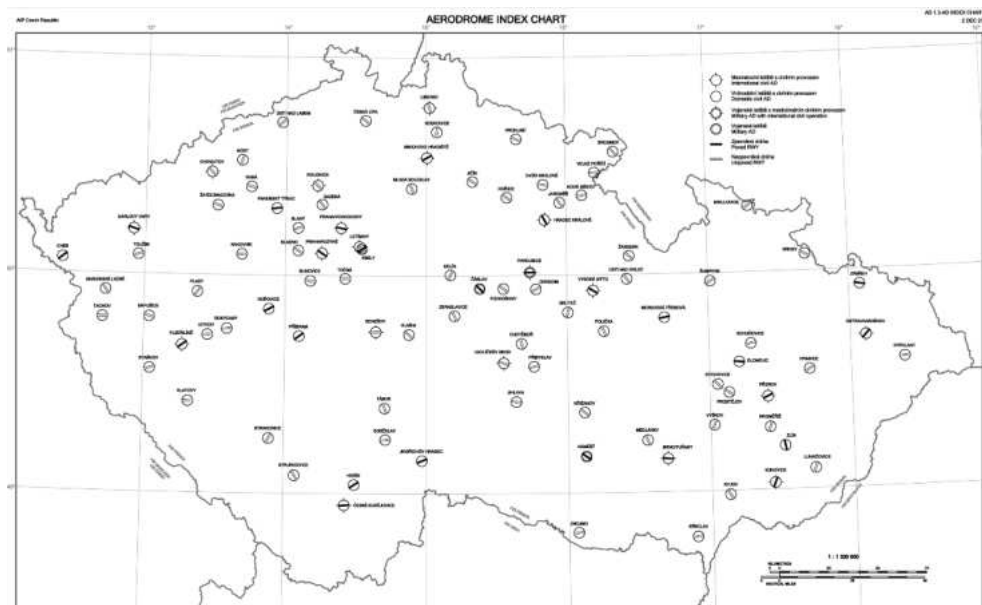
- a) veřejná** (letiště přijímající v mezích své technické a provozní způsobilosti všechna letadla);
- b) neveřejná** (letiště přijímající v mezích své technické a provozní způsobilosti všechna letadla pouze na základě předchozí dohody provozovatele nebo velitele letadla s provozovatelem letiště).

Přehled členění letišť a heliportů

[AIP Czech republic]

AD 1.4 Členění letišť/heliportů

[https://aim.rlp.cz/ais_data/aip/data/valid/a1-4.pdf]



Přehled letišť v ČESKÉ REPUBLICE – mapa.
(https://aim.rlp.cz/ais_data/aip/data/valid/a1-3-1.pdf)

Kritéria používaná v ČR pro členění letišť/heliportů do skupin pro obstarání informací v AIP jsou následující:

1) Základní/hlavní mezinárodní letiště/heliporty – veřejná(é)

Letiště/heliporty určené pro mezinárodní a vnitrostátní letecký provoz, na kterých jsou prováděny všechny formality týkající se celních, imigračních, karanténních a podobných procedur a kde jsou k dispozici letecké provozní služby na předepsané úrovni.

2) Ostatní mezinárodní letiště/heliporty – veřejná(é)

Ostatní letiště/heliporty určené pro mezinárodní a vnitrostátní letecký provoz, na kterých jsou formality týkající se celních, imigračních, karanténních a podobných procedur a letecké provozní služby k dispozici pouze v omezeném rozsahu a pouze pro lety předem odsouhlasené provozovatelem letiště.

3) Mezinárodní letiště/heliporty – neveřejná(é)

Letiště/heliporty určené pro mezinárodní a vnitrostátní letecký provoz u nichž byl okruh jejich uživatelů předem stanoven. Tato letiště jsou v přehledu letišť vyznačena písmenem “P”. Povolení k jejich použití lze získat prostřednictvím provozovatele letiště.

4) Vnitrostátní letiště/heliporty

a) Vnitrostátní letiště/heliporty – veřejná(é)

Letiště/heliporty určené pro vnitrostátní letecký provoz nebo provoz mezi smluvními státy Schengenské dohody přijímající všechna letadla.

b) Vnitrostátní letiště/heliporty – neveřejná(é)

Letiště/heliporty určené pro vnitrostátní letecký provoz nebo provoz mezi smluvními státy Schengenské dohody, u nichž

okruh jejich uživatelů byl předem stanoven. Povolení k jejich použití lze získat prostřednictvím provozovatele letiště. Tato letiště jsou v přehledu letišť vyznačena písmenem P.

3.1.11. Analýza prostorových předpokladů pro umístění vertiportů do měst

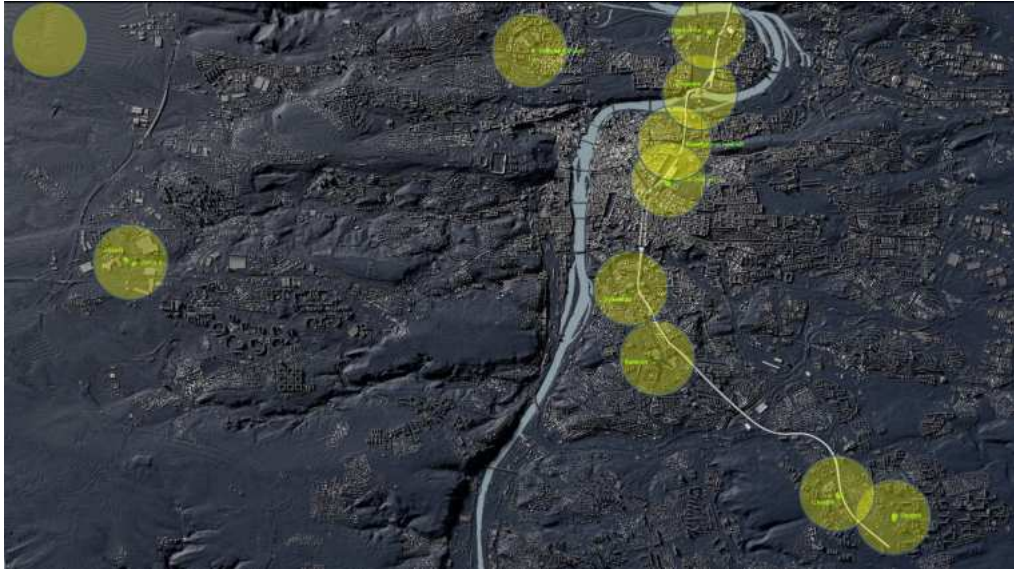
Pro účely analýzy prostorových možností umístění nových urbánních struktur vertiportů v rámci městských systémů se autoři snažili najít lokality, které by vyhovovaly velikostně a dále splňovaly několik ze základních předpokladů.

Pro umístění vertiportu o jeho „maximální“ kapacitě v dané lokalitě byly vybrány následující vlastnosti, které by lokalita měla splňovat:

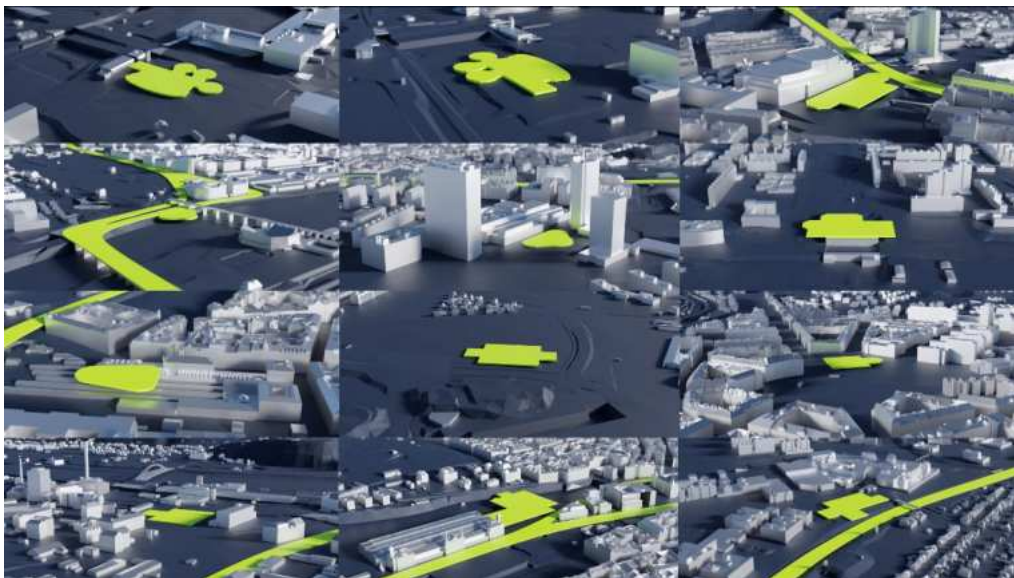
- Lokalita by měla být přirozeným centrem spádového území s vysokým potenciálem pro dostatečný počet cestujících klientů, kteří by se mohli rozhodnout pro užití VTOL
- Lokalita by měla být v blízkosti dopravních uzlů MHD, aby mohlo dojít k propojení rozličných dopravních prostředků do takzvaného multimodálního dopravního systému
- Lokalita s vertiportem by měla být co nejrychleji přístupná bez nezbytných bariér, aby umožnila co nejrychlejší nástup, či přestup z jednoho dopravního prostředku do druhého
- Přístupnost automobilem s dodatečným objemem parkovacích míst v co nejbližší „docházkové“ vzdálenosti
- Lokalita se specifickou aktivitou s vysokým předpokladem pro cílovou dopravu letadlem VTOL
- Lokalita by měla vyhovovat z hlediska minimálního impaktu hlukem, nejlépe sdruženým s ostatními, již existujícími zdroji
- Vertiporty je vhodné umísťovat v lokalitách již existující veřejné vybavenosti a s ní sdílet poskytované služby, parkování a podobně
- Vertiport by měl navýšit potenciál místa (zvýšená aktivita navyšující atraktivitu svého okolí)

3.1.12. Analýza teoretických lokalit pro vertiporty v hlavním městě Praze.

Pro prvotní analýzu umístění vertiportů ve městě byla vybrána Praha, jelikož nabízí největší rozsah různých faktorů, který tento proces mohou, hlavně z hlediska prostorových nároků a funkčních návazností na okolní lokality, komplikovat.



Lokality, které byly pro analýzu vytipovány se nalézaly převážně v blízkosti magistrály protínající město severo-jižním směrem. Dalším faktorem byla blízkost stanice metra, tedy zásadního dopravního uzlu, který na sebe navazuje většinou i další druhy dopravy.



Autoři vybrali specifické lokality a do nich umístili možné vertiporty, které byly následně zobrazeny ve 3D prostorovém modelu Prahy, získaného z veřejné databáze Geoportálu Institutu plánování a rozvoje hlavního města Prahy. Byly vyhodnoceny prostorové možnosti vybrané lokality a vazby na bezprostřední okolí. Dle těchto faktorů byl vytipován určitý typ vertiportu a schematicky do dané lokality umístěn. Při vyhledávání potencionálně vhodných lokalit pro umístění rozličných typů vertiportů autoři neřešili vlastnictví pozemků, ale pouze jejich prostorové možnosti a vazby na okolí.

Vybrané lokality a příklady Vertiportů

Vybrané lokality a příklady Vertiportů, které do nich byly předběžně umístěny. Tyto příklady byly zpracovány primárně za účelem odhadu kapacity dané lokality a jejich skladba nemusí odpovídat konečnému řešení.

Lokalita Opatov

Tato lokalita je v přímém sousedství stanice metra Opatov. Zároveň je v blízkém napojení na magistrálu.



Lokalita Chodov

Tato lokalita je v přímém sousedství stanice metra Chodov a hlavně OC Westfield Chodov a je navržena nad stávajícím autobusovým nádražím. Velikost vertiportu by pravděpodobně musela být menší, než je ukázáno na schématu.



Lokalita Pankrác

Tato lokalita je v přímém sousedství stanice metra Pankrác a v bezprostředním sousedství s OC Arkády Pankrác. Její specifikou je umístění mezi výškové budovy, pro což byla vybrána. Vertiport by mohl sloužit hlavně pro vyšší a střední management firem v okolních budovách.



Lokalita Vyšehrad

Tato lokalita je v přímém sousedství stanice metra Vyšehrad a Kongresového centra, Hotelu Corinthia a krajského ředitelství Policie ČR.



Lokalita Hlavní nádraží

Tato lokalita je v přímém sousedství stanice metra Hlavní nádraží. Vertiport je umístění nad kolejištěm železniční stanice Hlavní nádraží Praha a předpokládá jejich vzájemné propojení a sdílení poskytovaných služeb a zázemí. Pro tuto lokalitu byla zpracována zjednodušená architektonická studie, která je představena v následující části této Metodiky.



Lokalita Masarykovo nádraží

Tato lokalita je opět umístěna nad kolejištěm stávajícího železničního nádraží, (Masarykovo nádraží) v přímém sousedství stanice metra. V jejím sousedství jsou dva významné administrativní komplexy a několik pětihvězdičkových hotelů. Lokalita je přímo v centru města. Byl zde umístěn malý typ vertiportu.



Lokality Štvanice a Vltavská

Tato lokalita je v přímém sousedství stanice metra Vltavská. Zde byla snaha vybrat ze tří lokalit tu nejvhodnější pro umístění malého vertiportu.



Dva z těchto vertiportů byly částečně umístěny nad vodní plochu řeky Vltavy. V dané lokalitě na levém břehu Vltavy vyroste v dohledné době Pražská filharmonie, Štvanice je centrem významných sportovních tenisových událostí.



Lokalita Holešovice

Tato lokalita je v přímém sousedství stanice metra Nádraží Holešovice. Opět byla snaha najít nejlepší variantu ze tří lokalit. Všechny varianty počítají s vertiportem umístěným na střeše nově vybudovaného objektu nad daným místem.



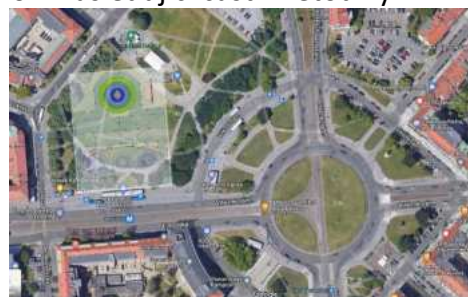
Lokalita PVA Výstaviště Letňany

Tato lokalita je v přímém sousedství stanice metra Letňany a PVA Výstaviště Letňany. Zde byly vytipované dvě lokality, nicméně jedna z nich kolidovala se vzletovou dráhou letiště Kbely.



Lokalita Vítězné náměstí Dejvice

Tato lokalita je v přímém sousedství stanice metra Dejvická. Zde byly vytipovány dvě lokality. Lokalita uprostřed kruhové křižovatky Vítězného náměstí však nevyhověla velikostně ani z hlediska estetického ve vztahu ke svému okolí a tradičnímu urbanistickému plánu zástavby. Byla zvolena lokalita směrem k areálu ČVUT, která zatím podle původního plánu nebyla dostavěna. V době analýzy a zpracování této Metodiky byla tato lokalita vybrána k dalšímu zpracování, které je rovněž prezentováno v následující části Metodiky.



Lokalita Zličín

Tato lokalita je v přímém sousedství stanice metra Zličín a autobusového nádraží. Je v těsné blízkosti OC Metropole Zličín. Zároveň se nachází v blízkosti dálničního přivaděče Rozvadovská spojka. Navržený vertiport by mohl být umístěn ve dvou lokalitách. Jedna možnost se nabízí nad autobusovým nádražím, druhá nad přilehlým parkovištěm.





Při hledání umístění vertiportu na střechu stávajícího objektu jsme nenašli vhodnou budovu, která by bez zásadních stavebních úprav a návazných úprav sítě technické infrastruktury mohla nést zatížení vertiportem a ještě se vyskytovala v místě s vysokou mírou aktivit vhodných pro umístění této dopravní infrastruktury

3.1.13. Detailnější analýza vertiportů v Praze ve třech vybraných teoretických lokalitách

Pro detailnější ověření prostorových a funkčních vazeb při umístění vertiportů do dané lokality jsme z předcházejících vybrali tři, s předpokladem umístění rozdílných typů vertiportů.

Těmi lokalitami jsou **Pankrác**, **Vítězné náměstí** a **Hlavní nádraží**. Každá z těchto lokalit představuje jinou sadu vstupních faktorů a podmínek pro řešení. Všechny lokality jsou pouze teoretické a byly použity pouze pro analýzu podobných lokalit. Žádná z lokalit nebyla projednávána s majiteli pozemků.

3.1.13.1. Příklad Vertiportu – Pankrác

Lokalita Pankrác, Praha 4 byla vybrána pro umístění malého typu vertiportu z následujících důvodů. V okolí je veliké množství firem s vysokým potenciálem využití (e)VTOL letadel jako dopravního prostředku jejich středním a vyšším managementem pro byznys i soukromé lety. Lokalita je rovněž v sousedství OC Arkády Pankrác, dalšího potenciačního zdroje klientů vertiportu. OC rovněž nabízí, společně s dalšími možnostmi v přilehlých budovách, parkovací kapacity. Dalším významným objektem v bezprostřední blízkosti je Kongresové centrum CUBE. Z prostor OC je přístup do metra, okolí je rovněž napojeno na MHD pomocí autobusové dopravy.

Umístěním vertiportu v této teoretické lokalitě mezi výškové objekty je třeba umět vyřešit výšeč příletových a odletových koridorů. Dále je tato lokalita specifická prouděním větru v okolí výškových budov.



Navržený Vertiport Pankrác byl umístěn na střeše třípodlažního objektu. Má jedno FATO a dvě parkovací místa a Gates. Podlaží pod ním by byla využita pro administrativu a vstupní lobby a pre-boarding lobby vertiportu před nástupem do letadla.



Letová příletové a odletové cesty vertiportu jsou výškově pod úrovní okolní zástavby a jsou prostorově omezeny výšečí ve výšce cca 30 m nad terénem, kde je minimální výška na dokončené manévru a z této výšky je poté ve visu kolmé přistání, případně vzlet do vymezeného FATO/TLOF vertiportu, přičemž jsou respektovány návrhové postupy a geometrie letových cest dle EASA PTS-VPT-DSN. Stejně tak je v lokalitě problematické počasí z pohledu větrných podmínek, které mají významný vliv na bezpečný let v okolí vertiportu v malých výškách. VZLU nad rámec této metodiky řeší v projektu Vertimove právě konstrukci letových cest pro finální přiblížení a odlet z vertiportu, stejně tak letové podmínky a limity pro manévrování, kolmý start a přistání v oblasti vertiportu. Limitní je působení větru, jeho rychlost a směr, rychlé změny včetně stříhu větru, turbulence. Metoda návrhu větrných

podmínek v letových cestách UAM nad zastvřenými oblastmi je řešena ve vzorvé oblasti vertiportu Praha Pankrác. Analytické metody jsou validovány testy na modelu lokality Pankrác včetně vertiportu v měřítku 1:380 ve specializovaném větrném tunelu VZLÚ. Ověřenou metodu výpočtu bude možné aplikovat na další lokality vertiportu, UAM vzdušných cest/koridorů.

3.1.13.2. Příklad Vertiportu Dejvice – Vítězné náměstí

Lokalita Vítězné náměstí, Praha 6. Tato lokalita byla vytipovaná z důvodů návaznosti na MHD a s teoretickou možností výstavby vertiportu na střeše objektu, který se zde bude v budoucnosti realizovat a byla by teoretická možnost zde umístit střešní vertiport.

V blízkosti vybrané lokality je kampus ČVUT, pětihvězdičkový hotel a další významné firmy. Je zde přímé napojení na metro, autobusovou a tramvajovou dopravu a po realizaci objektu ve vybrané lokalitě i další zdroj klientů a parkovací kapacity. V tomto místě by mohla být umístěna i „stanice“ pro dopravu cestujících na/z Letiště Václava Havla.



V době práce na analýze a zpracování podkladů pro tuto Metodiku byla vyhlášena a proběhla architektonická soutěž na zástavbu tohoto území. Pro účely analýzy jsme zpracovali vlastní objemový návrh s cílem umístit vertiport na střechu jednoho z nově navržených objektů.

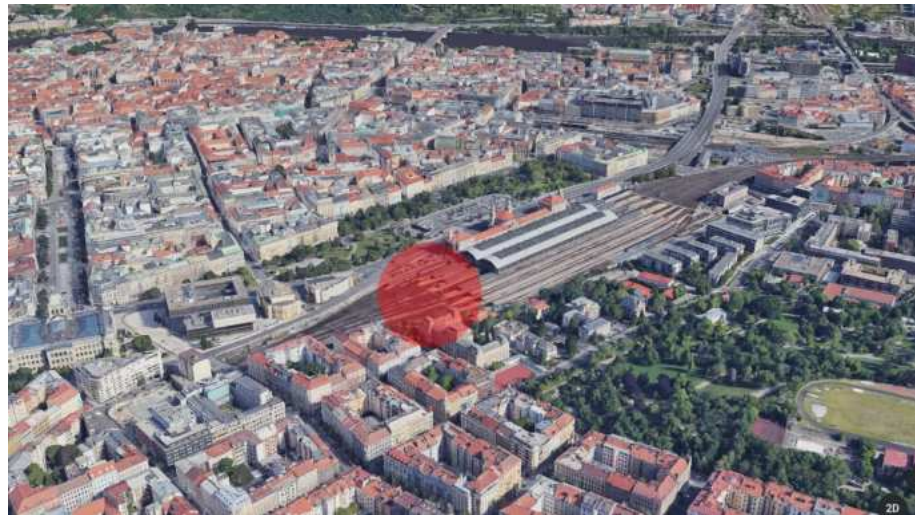


Navržený Vertiport Dejvice by měl jedno FATO a čtyři parkovací místa s obslužnými Gates. Sdílel by s ostatními subjekty v navrženém komplexu parkovací stání a další služby, zázemí a technickou infrastrukturu.



3.1.13.3. Příklad Vertiportu – Hlavní nádraží (Návrh A - nad kolejištěm severně od kryté části železniční stanice)

Hlavní nádraží, Praha 1. Třetí vybranou lokalitou je prostor nad kolejištěm železnice v přímém kontaktu se stanicí Hlavní nádraží. Tato teoretická lokalita nabízí, kromě napojení na městskou hromadnou dopravu prostřednictvím metra, autobusové dopravy a v budoucnu i tramvajové dopravy, napojení na příměstskou dopravu pomocí železnice. Je umístěna přímo v centru města vedle velmi rušné magistrály, která i po plánovaném zklidnění bude i nadále významným zdrojem hluku. Případné zatížení hlukem způsobené dopravními prostředky VTOL by mělo splynout a zaniknout ve stávající hlukové frekvenci.



Tato lokalita je pro analýzu zajímavá hlavně tím, že je zde díky dopravnímu uzlu v centru města mnoho zdrojů potencionálních cestujících.





Navržené řešení předpokládá jedno aktivní FATO a jedno náhradní, dočasně sloužící jako odstavné parkovací stání. Dále je zde umístěno osm parkovacích stání před obslužnými branami (Gates). Vertiport má topologické uspořádání typu „molo“ (pier) ve dvou větvích.

3.1.14. Vertiporty

3.1.14.1. Slovník z vybraných elementů a definic pro návrhování vVertiportu

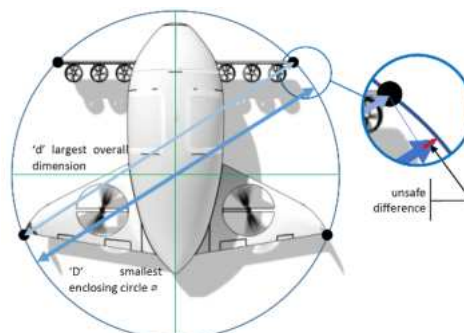
Aerodrome – An area on land or water (including any buildings, installations, and equipment), the use of which as an aerodrome is authorised under the regulations, being such an area intended to be used either wholly or in part for the arrival, departure, and movement of aircraft.

Barrette - means 3 or more lights closely spaced in a transverse line so that from a distance they appear as a short bar of light.

CISP - Common Information Service Provider

D - for VTOL-capable aircraft, means the diameter of the smallest circle enclosing the aircraft projected on a horizontal plane, while the aircraft is in the take-off or landing configuration, with lift/thrust units (rotors) turning, if applicable.

Note: If the aircraft changes dimensions during taxiing or parking (e.g. folding wings), a - corresponding D_{taxiing} or D_{parking} should also be provided.



Example of unsafe difference between the largest overall dimension and the diameter of the smallest enclosing circle [EASA March, 2022]

Downwash protection zone - The downwash protection zone is designed to protect the general public, other aircraft and those working in the immediate vicinity of operating VCA from the effect of buffeting.

Elevated vertiport - is a vertiport with a FATO location that would introduce a risk of fall from height or introduces a hazard to aircraft operations or to other people within the structure under the vertiport.

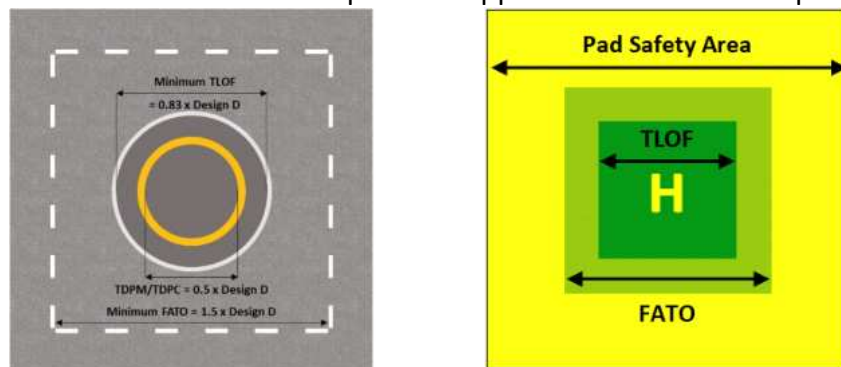
Elongated - when used with TLOF or FATO, elongated means an area which has a length more than twice its width.

Essential objects permitted - includes, but may not be limited to, around the touchdown and lift-off area (TLOF), perimeter lights and floodlights, guttering and raised kerb, foam monitors or ring-main system, handrails and associated signage, other lights.

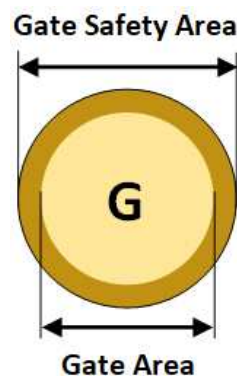
eVTOL - electric Vertical Take-Off and Landing

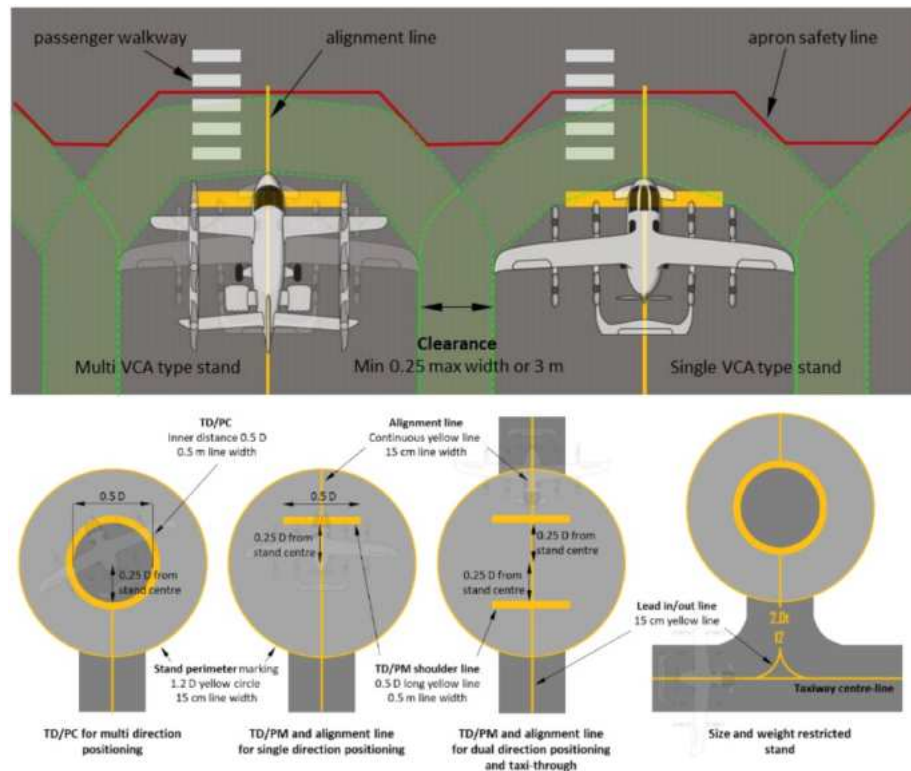
Final approach and take-off area (FATO) - For the operation of a VTOL-capable aircraft, is defined as a solid area:

- a. from which a take-off is commenced;
- or
- b. over which the final phase of approach to hover is completed.



Gates – geometry based stands, a defined area that is intended to accommodate aircraft for loading or unloading passengers, mail, or cargo, fuelling/charging, parking, or maintenance.





D-value-based stand markings

Lighting element – A lighting element is a light source within a lighting segment that may be discrete (e.g., a Light Emitting Diode (LED)) or continuous (e.g., fibre optic cable, electro luminescent panel). An individual lighting element may consist of a single light source or multiple light sources arranged in a group or cluster and may include a lens/diffuser.

Lighting segments - Lighting segments are low profile lighting fixtures. For the purposes of this circular, the dimensions of a lighting segment are the length and width of the smallest possible rectangular area that is defined by the outer edges of the lighting elements, including any lenses/diffusers.

Arrays of segmented point source lighting (ASPSL) or luminescent panels (LPs) are examples of lighting segments.

Obstacle – An object (whether temporary or permanent) or part of such an object that:

- a. is located on an area provided for the movement of aircraft;
- or
- b. extends above a defined surface designated to protect aircraft in flight

MMEL – Minimum Master Equipment List

Obstacle free volume (OFV) - is a defined volume of airspace between the FATO protection area and the VPS, designed to protect aircraft conducting vertical procedures.

PAX - Passenger

Protection area – means a defined area on a vertiport, which surrounds either the FATO or a stand, intended to reduce the risk of damage to an aircraft diverging from the FATO or stand.

Reference circle - is a horizontal circle, of the specified dimension, that is centred on any intended position/flight path at or above the applicable area/surface.

Rejected take-off distance required (RTODRV) - means the horizontal distance that is required from the start of the take-off to the point where the aircraft comes to a full stop, following a critical failure that is recognised at the TDP.

Take-off decision point (TDP) - means the first point that is defined by a combination of speed and height from which a safe take-off can be continued following a critical failure and is the last point in the take-off path from which a rejected take-off is ensured.

Touchdown and lift-off area (TLOF) - an area where a VTOL-capable aircraft may touch down or lift off.

Touchdown/positioning circle (TDPC) - a TDPM in the form of a circle, which is used for omnidirectional positioning in a TLOF.

Touchdown/positioning marking (TDPM) - a marking or set of markings that provide visual cues for the positioning of an aircraft.

USSP – U-space Service Provider

UAM – Urban Air Mobility

UTM – Unmanned Aircraft System Traffic Management

Vertical procedures – take-off and landing procedures that include an initial and/or final vertical profile. The profile may or may not include a horizontal component.

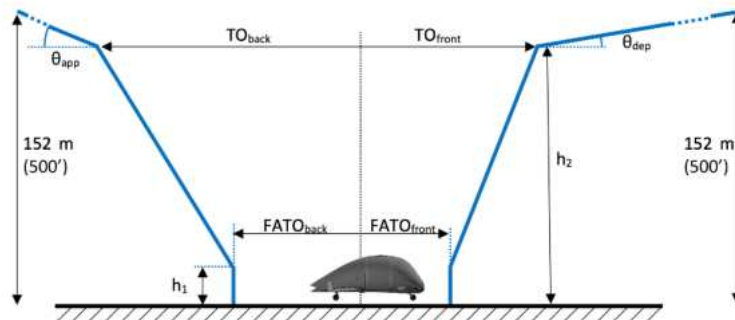
Vertical procedure surface (VPS) - a surface at which a VTOL-capable aircraft either:

- a. begins its arriving vertical procedure,
- or
- b. ends its departing vertical procedure.

Vertical Take-off

Generic vertical take-off and landing procedure parameters

SAs added to the vertical take-off and landing procedure parameters to establish the vertiport obstacle-free volume



Vertiport elevation - the highest point of the FATO, or where there are multiple FATOs, the highest point of the highest FATO.

Vertiport – an area of land, water, or structure that is used or intended to be used for the landing, take-off, and movement of VTOL-capable aircraft, that meets or exceeds the specifications contained within this advisory circular.

For the purposes of this AC the term vertiport also includes vertihubs and vertistops:

- a. **Vertihub**: a vertiport with infrastructure for maintenance, repair, fuelling, and parking spaces for storage of VTOL-capable aircraft.

GUIDANCE FOR VERTIPORT DESIGN

AC 139.V-01 v1.0 July 2023 Page 7

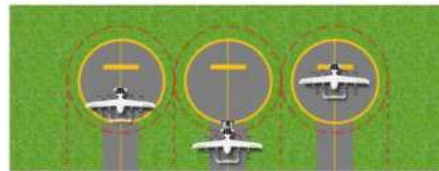
- b. **Vertistop**: a vertiport intended for take-off and landing of VTOL-capable aircraft to drop off or pick up passenger or cargo, but where there are no facilities for fuelling, defueling, scheduled maintenance, scheduled repairs, or storage of aircraft.

Vertiport clearway - means a defined horizontal surface selected and/or prepared as a suitable area over which an aircraft, capable of continued safe flight after a critical failure, may operate between the FATO/VPS and the approach/climb-out surface inner edge.

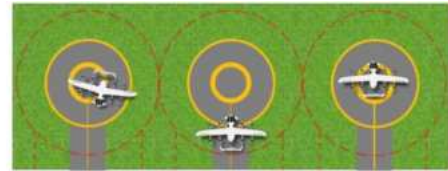
VCA (VTOL-capable aircraft) - a heavier-than-air aircraft, other than aeroplane or helicopter, capable of performing vertical procedures by means of more than two lift/thrust units.

VCA taxi-route – a defined path that is established for the movement of aircraft from one part of a vertiport to another:

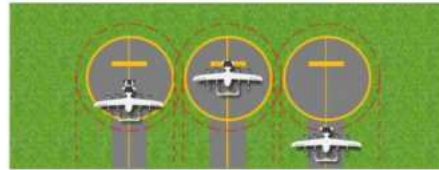
- a. an air taxi-route: a marked taxi-route that is intended for air taxiing; and
- b. a ground taxi-route: a taxi-route that is intended for ground movement of aircraft centred on a VCA taxiway.



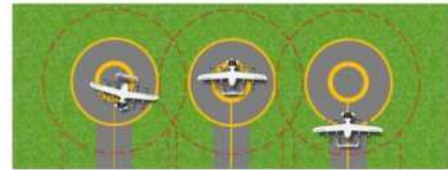
Example A: Ground taxi. Simultaneous taxi-on/push-back stands



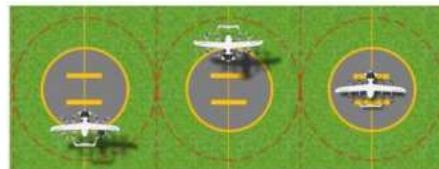
Example B: Ground taxi. Simultaneous turning stands



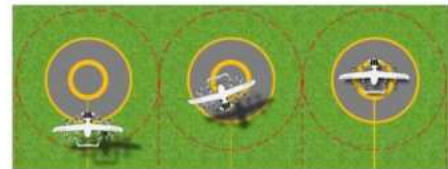
Example C: Ground taxi. Non-simultaneous taxi-on/push-back stands dependent on other stand being clear or with static aircraft



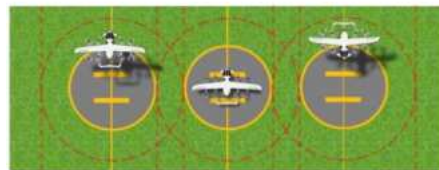
Example D: Ground taxi. Non-simultaneous turning stands dependent on other stand being clear or with static aircraft only



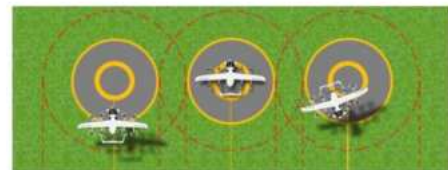
Example E: Air taxi. Simultaneous taxi-through stands



Example F: Air taxi. Simultaneous turning stands



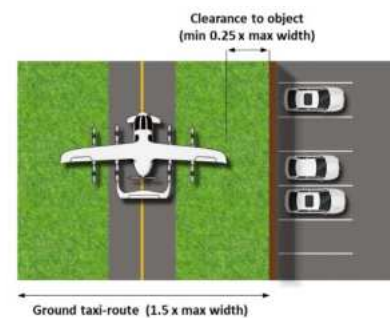
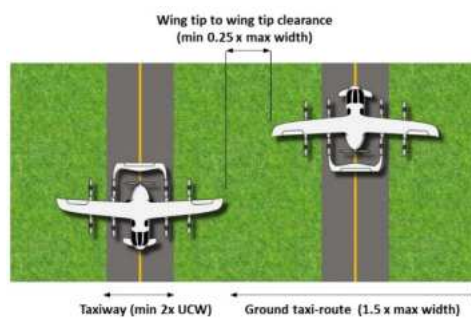
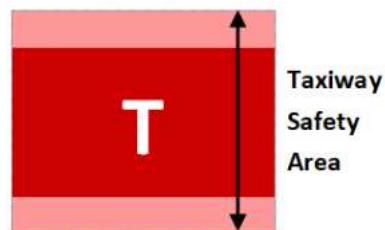
Example G: Air taxi. Non-simultaneous taxi-through stands dependent on other stand being clear or with static aircraft only



Example H: Air taxi. Non-simultaneous turning stands dependent on other stand being clear or with static aircraft only

Protection areas for VCA stands and the associated VCA taxi-routes for different operational scenarios

VCA taxiway – a defined path on a vertiport that is intended for the ground movement of aircraft from one part of a vertiport to another.



VCA taxiways and clearance distances

3.1.14.2. Typy vertiportů z hlediska vertikální polohy vůči svému okolí

Podle polohy vertiportů vůči svému okolí (AGL) se dělí na:

Úrovňový (Pozemní) vertiport



Vertiport Lilium, Lake Noda, Florida

Vyvýšený vertiport



Mock-up model vertiportu (Zdroj: Volocopter/Bayards)

Střešní vertiport



Dallas downtown vertiport – střešní typ umístění nad parkovacím domem



LAPD Hooper Heliport, Los Angeles, Kalifornie – střešní typ



Heliport ÚVN Praha – střešní heliport



Lingotto helipad , Turín, Itálie - střešní typ umístění nad objektem bývalé továrny Fiat



Lingotto helipad , Turín, Itálie

Ostatní

Ostatní specifické příklady (yachta, parking towers...). Podle příkladu helideků, což je označení pro heliporty umístěné na pevném nebo plovoucím zařízení mimo břeh, jako je průzkumná plošina a/nebo plošina používaná na těžbu ropy či zemního plynu, bychom teoreticky pro tento konkrétní příklad mohli použít slovní novotvar vertidek.



Příklad Vertipadu na jachtě – SILENT-YACHTS to offer Xcraft XP4 eVTOL and submarine for new SILENT 120 Explorer super yacht

Neúčelový vertiport

Podobně jako u heliportů jde o plochu, která je schopna zajistit provoz VTOL, tedy může posloužit pro občasné přistání VTOL letadla, ale primárně nebyla konstruovaná pro plnění funkce vertiportu.



Atypické řešení helipadu (v budoucnu i vertipad) - ukázka neobvyklého řešení privátního, v současné době helipadu, který může sloužit i jako vertipad. Před přistáním se zvedne podlaha bazénu na úroveň okolní plochy, voda odečte a vrtulník / VTOL může přistát. Villa Chameleon, Mallorca (Zdroj: Engel & Völkers)

3.1.14.3. Příklady základních typů vertiportů dle vnitřní konfigurace

Rozdělení vertiportů dle konfigurace a skladby základních prvků na letištní ploše (airside)- Fato, Gates a Taxiway

Lineární topologie

Heliport je uspořádán lineárně s parkovacími místy (Pads) podél taxiway. Letadla VTOL přistávají na FATO na jedné straně taxiway a na druhém konci z druhého FATO odlétají. Odbavovací brány (Gates) mohou, ale nemusí, být u všech Pads. Lineární topologie může dosáhnout vysoké propustnosti. Propustnost se snižuje, pokud nejsou možné nezávislé přílety a odlety.



Monaco Heliport - dispozice lineárního typu. (Zdroj: Google Earth)

Satelitní topologie

V satelitní topologii je jedno, čí více FATO s TLOF nebo více spojeno s parkovacími stánkami (Pads), rozmístěnými po obvodu či do vějíře kolem nich, které jsou napojeny na Gates (brány). Satelitní topologie je jedním z nejkompaktnějších uspořádání.



Dallas downtown vertiport umístěný na střeše objektu garáží s topologií satelitních stán, umístěných do vějíře okolo dvou FATO (Zdroj: Google Earth)

Topologie mola (pier)

V topologii mola přivádí jedna nebo více podložek TLOF letadla do potenciálně dlouhého koridoru bran. Koncepce mola může být výhodná pro zařízení, která očekávají delší dobu obratu vozidel nebo si přejí na místě umístit více letadel, protože mohou fyzicky pojmout více bran a letadel než satelitní uspořádání.

Na obrázku je zobrazen vertiport Chicago FBO, který nabízí řešení typologie „molo“, kde parkovací stání (Pads) jsou po obou stranách taxiway.



Vertiport Chicago FBO, South Wood Street, Chicago, Illinois představuje vertiport s topologií „mola“ (Zdroj: Google Earth)

Topologie vzdálené odbavovací plochy

Identifikovaným uspořádáním vertiportu je topologie "vzdálené odbavovací plochy". Charakteristickým rysem této topologie je, že plocha (plochy) TLOF je/jsou umístěna/y odděleně od Pads a Gates (bran) a může (mohou) vyžadovat značné pojíždění po zemi mezi nimi. Tato topologie potenciálně podporuje souběžné vzlety a přistání tím, že umožňuje větší odstup mezi procedurami na plošině FATO/TLOF. Koncepte vzdálené odbavovací plochy vyžaduje k realizaci značnou plochu.



Aeroporto Campe de Marte displaying remote type topology of heliport/vertiport (Zdroj: Google Earth)

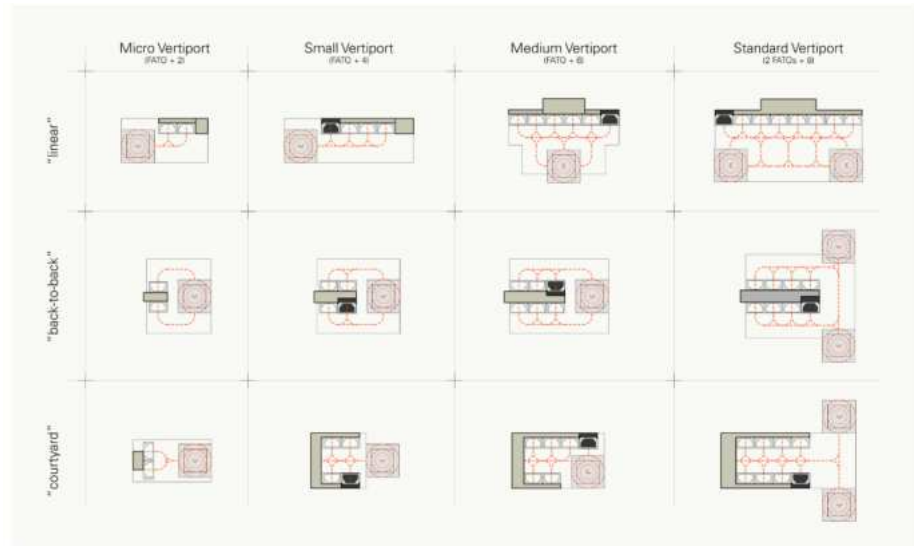
3.1.14.4. Základní velikostní typy vertiportů

FAA dělí vertiporty v zásadě pouze na dva druhy. Dle FAA je výraz vertiport souhrnné označení pro různorodý systém veřejných a soukromých vertiportů a vertistopů.

Vertiport – Plocha pozemku nebo stavby, která slouží nebo je určena pro elektrické, vodíkové, a hybridní VTOL přistání a vzletů. Vertiport může zahrnovat související budovy a zařízení.

Vertistop – Vertistop je termín obecně používaný pro označení minimálně zastavěného území. Vertiport je určen pro nástup a výstup cestujících a náklad (tj. bez tankování, vyprazdňování paliva, údržby, opravy nebo skladování letadel atd.).

Následující diagram zobrazuje LILIUM „scaleable matrix“ – příklad dělení vertiportů na Micro (mikro) Vertiporty, Small (malé) Vertiporty, Medium (středně veliké) Vertiporty a Standard (standardní) Vertiporty.



Various vertiport configurations

Vertiport typu Vertistop v diagramu firmy Lilium úplně chybí. Pro největší vertiporty se dnes běžně používá označení Vertiport Hub.

[Pro zajímavost, dle propočtu firmy Lilium, lze vertiporty v nejmenší konfiguraci postavit za pouhý 1 až 2 miliony eur. Tyto základní verze vertiportů jsou obvykle pozemní, s malými čekacími prostory a omezenou sadou bran pro nabíjení. Větší, nadzemní stavby vyžadují vyšší investice v rozmezí 7-15 milionů eur v závislosti na jejich situaci a velikosti]

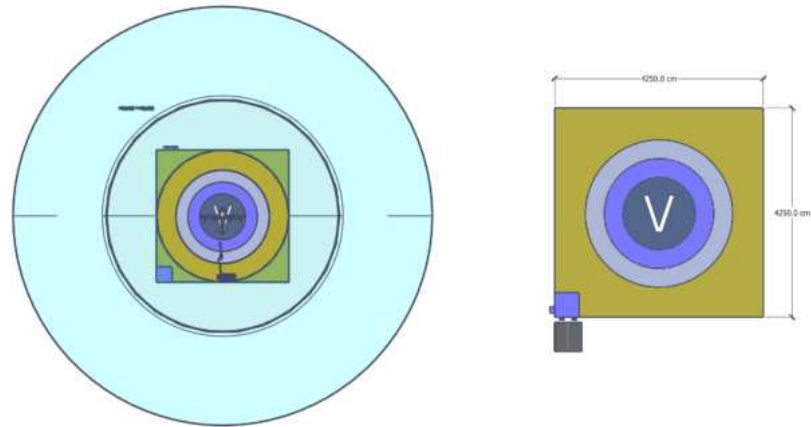
Pro síť vertiportů v České republice doporučujeme používat následující pojmenování.

Vertistop

Vertistop je *neúčelový* typ vertiportů, tedy plocha, která nebyla vybudovaná jako vertiport s potřebnou infrastrukturou (označení, osvětlení, oplocení, ...). Mohou to být například různá hřiště u škol, golfová hřiště, část parkoviště... Tento „typ“ vertiportů může plnit funkci emergency landing pro síť vertiportů.

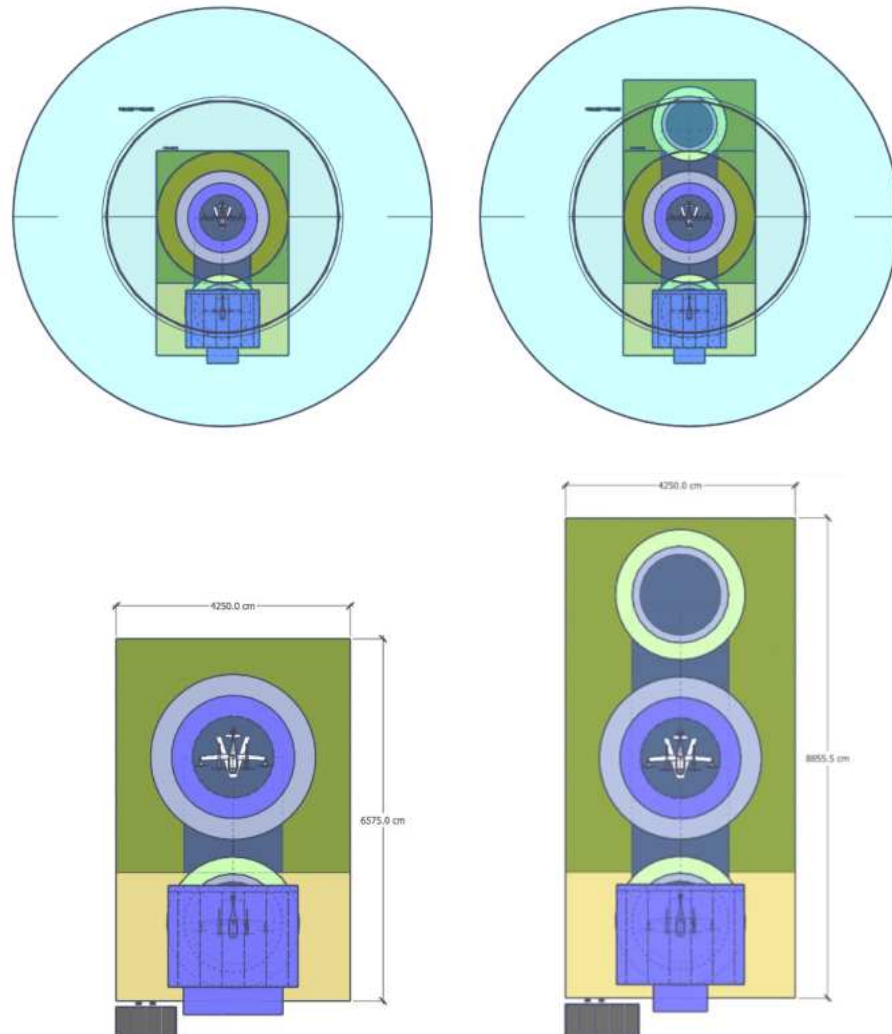
Single V-port (Vertipad)

Tento minimální V-port má minimální využití, je vhodný pro malý provoz. Bude jistě hodně využíván pro soukromé účely, jako záložní a „emergency“ V-port, pro střešní konstrukce a jiné specifické typy umístění V-portu.



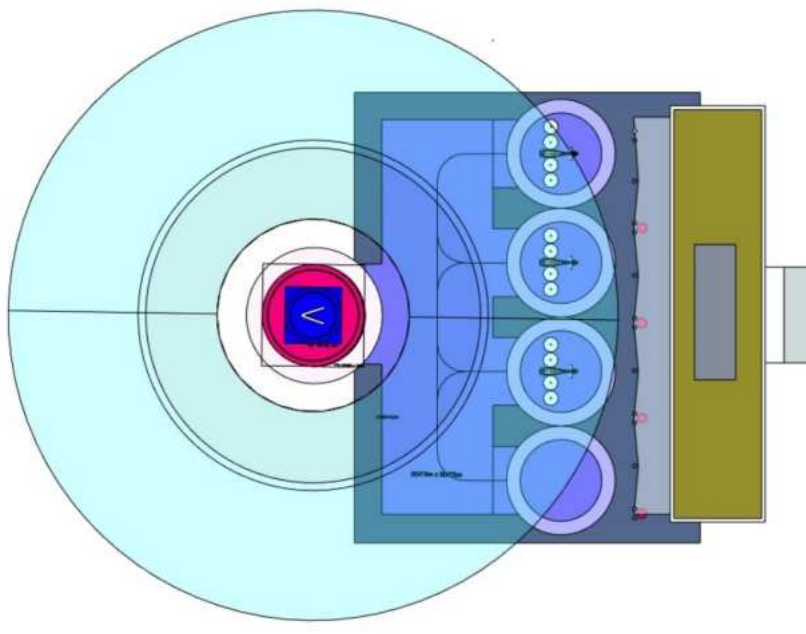
- **Mikro Vertiport**

Tento V-port disponuje jedním FATO a jedním, či dvěma parkovacími místy, případně s možností krytého parkovacího místa. Rovněž by měl umět poskytnout základní služby svým vybavením, jako je nabíjecí stanice, prostředky a nástroje pro základní údržbu a úklid letadla a podobně.



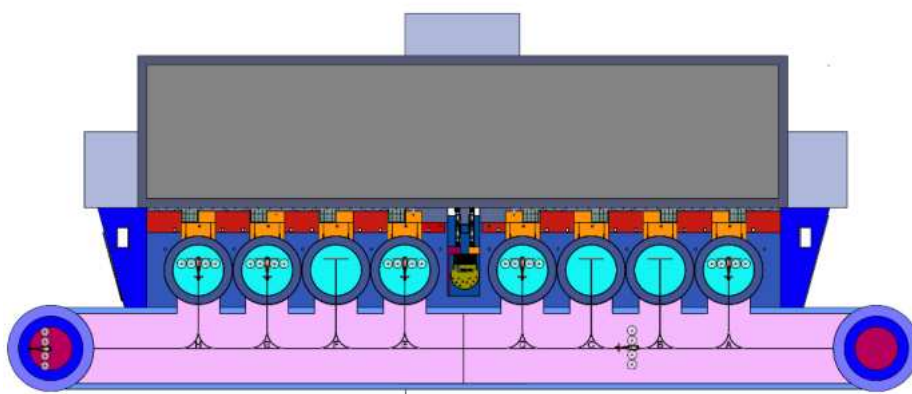
- **Vertiport – Basic (základní plnohodnotný Vertiport)**

Tento typ vertiportu je již kompletně vybaven a měl by mít jedno FATO a minimálně tři, raději čtyři parkovací místa s branami pro odbavení.



- **Vertiport HUB / VertiHUB**

Vertiport HUB (VertiHUB) je největší typ vertiportu a nabízí minimálně dvě FATO a alespoň tři parkovací stání s odbavovacími bránami. Dá se předpokládat, že bude i jedna brána dedikována pro cargo.



3.1.15. Prognóza vývoje megatrendů v segmentu navrhování letištních komplexů a infrastruktury

Následující text shrnuje prognózu megatrendů vývoje technologií přítomných na letištích a integrace UAM.

Megatrend Evolution

	2030	2040	2050
Achieving Net Zero	<ul style="list-style-type: none"> Commercialization of Sustainable Aviation Fuel (SAF) Airport equipment electrification Sustainable construction, lighting, and cooling Increased pressure to use rail instead of short-haul commercial flights Reduced noise pollution 	<ul style="list-style-type: none"> SAF scale-up Introduction of short-haul capable electric aircrafts Introduction of hydrogen technologies Sustainable construction, and infrastructure retrofitting Implementation of free-route airspace 	<ul style="list-style-type: none"> Airports becoming energy hubs and energy producers Net-zero carbon emissions
Technological Innovation	<ul style="list-style-type: none"> Biometrics and digital identity management Walk-through, contactless immigration Paperless or tag-less tracking of baggage AI and IoT deployed as a core part of airport operations Additive manufacturing and 3D printing supply chains 	<ul style="list-style-type: none"> Autonomous vehicles and robotics deployed to support operations airside and landside Walk-through, contactless security Improved aircraft noise performance profiles Use of AI and ML to predict and optimize operational performance Carbon capture and storage technology 	<ul style="list-style-type: none"> A fully automated, On-the-Move, contactless experience An internationally recognized digital identity owned by passengers
Intermodal Connectivity	<ul style="list-style-type: none"> Investment in connections to wider public transport networks An integration between cargo and passenger mobility Incentives to reduce personal car transit to airports 	<ul style="list-style-type: none"> An integration of urban air mobility and vertical take-off and landing vehicles Development of fully integrated multi-modal hubs for both passenger and cargo transport Investment in infrastructure to integrate with autonomous vehicles 	<ul style="list-style-type: none"> An integrated flow management system that balances demand and capacity across all modes of transport A seamless system providing dedicated access to the gate from city centers
The Changing Workforce	<ul style="list-style-type: none"> Recruitment, reskilling, and upskilling of the workforce Staff capacity constraints, and additionally, a pilot shortage affecting airline's ability to meet demand A demographic change in the workforce with four generations working together 	<ul style="list-style-type: none"> Use of AI and technology to support the aviation workforce A smaller workforce, concentrated on customer-facing roles 	<ul style="list-style-type: none"> Customers will have limited human interactions Many processes and jobs are fully automated
The Passenger Experience Revolution	<ul style="list-style-type: none"> Expanded focus on airport experience – comfortable lounges, free Wi-Fi, and diverse options for food and drink An increase in customized, on-demand passenger services such as virtual queuing and easy access to e-commerce 	<ul style="list-style-type: none"> Expansion of airport cities or "aerotropolises" Service-orientated experience with fast-tracked parking, integrated journey planning and quick security 	<ul style="list-style-type: none"> Zero-queue airport terminals with walk-through or remote processing Passengers receive customized, real-time, interactive travel communications

3.1.16. Analýza letových fází VTOL

Časy pro fázi vzletu a přistání dokumentuje následný diagram publikovaný v případové studii *Environmental impact analysis of on-demand urban air mobility: A case study of the Tampa Bay Area* [Pengli Zhao a, Joseph Post a,

Zhiqiang Wu *a*, Wenbo Du *b*, Yu Zhang, *Transportation Research Part D 110 (2022) 103438*

P. Zhao et al.

Transportation Research Part D 110 (2022) 103438

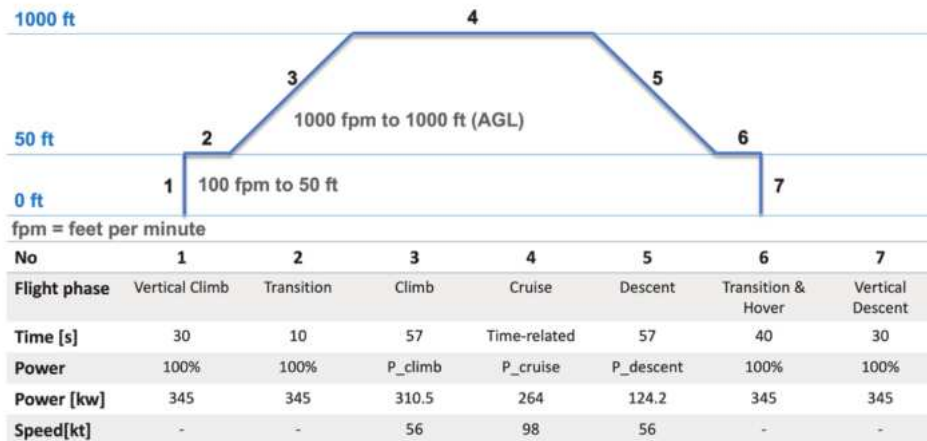


Fig. 3. eVTOL flight phases and operational parameters.

3.1.16.1. Letová fáze vzletu

- Vertikální stoupaní z FATO do hladiny 30 metrů (30 vteřin)
- Transition – přechodová fáze (10 vteřin)
- Stoupaní do hladiny 300 m (1000 ft – AGL) (57 vteřin)
- Celkem – 97 vteřin

3.1.16.2. Letová fáze přistání

- Sestup do hladiny 30 m (100 ft) (57 vteřin)
- Transition – přechodová fáze (40 vteřin)
- Vertikální sestoupení z hladiny 30 metrů na FATO (30 vteřin)
- Celkem – 127 vteřin

Dynamika vlastního vertikálního vzletu a přistání bude v realitě vyšší z důvodu, stejně tak bude rychlejší fáze transition a to z důvodu optimalizace energetické bilance celé letové mise. Uvedené údaje jsou vztažené k teoretické konfiguraci letadla typu (e)VTOL lift&cruise. K letové fázi přistání je ve městech rovněž nutno připočítat čas, který bude letadlo potřebovat pro přemístění z bodu čekání na povolení k zahájení přistávacího manévru. Tato doba může být různá dle regulačních podmínek místní správy pro umístění čekacího prostoru vůči urbání struktuře daného urbáního systému na zemi. Energeticky tato fáze není významná, letadla eVTOL v prostoru vertiportu nebudou používat pro pohyb rotorovž systém jako vrtulníky dnes, na druhou stranu bude tlak tuto fázi zkrátit pro lepší využití kapacit vertiportu. V rámci budoucí standardizace se očekává, že letadla budou vybavena

podvozkem s pohonem a řízením a budou schopna se pohybovat na ploše vertiportu vlastní silou do rychlosti taxi 20 km/h.

3.1.17. Analýza jednotlivých segmentů procesu a akcí užití služby UAM (VTOL) z pohledu klienta

Užití služby UAM pro klienta znamená vykonat mnoho úkonů a procesů před použitím letadla (e)VTOL i po jeho použití pro dosažení vytyčeného cíle. Jednotlivé segmenty služby UAM budou poskytovat či mít za ně zodpovědnost různé subjekty, jejichž kvalitu poskytnutí dodávané služby ovlivní pozitivní vztah klienta k celku a bude mít vliv na další objednávku směrem do budoucna.

Každé rozhodnutí použít (e)VTOL pro přepravu bude následováno objednávkou či přímo nákupem letenky. To bude jistě umožněno prostřednictvím aplikace na osobním komunikačním zařízení a pravděpodobně i pomocí terminálu umístěného na dopravních uzlech a v dalších místech, a stále asi i nákupem na pokladně u okénka s lidskou obsluhou v místě vertiportu.

Dále v textu bude popsána problematika dodržení váhového limitu posádky letadla, včetně jejich zavazadel. Zavazadlo bude jistě limitováno rozměrem a vahou a bude to velmi důkladně kontrolováno. Nicméně například při současném limitu u letadla MiYA, který je 360 kilogramu může docházet k překročení tohoto limitu. Ten se ale za deset let může jistě změnit.

Cestu na vertiport může pasažér absolvovat městskou dopravou, taxi službou, nebo také přepravní službou poskytovanou v rámci služby UAM a nabízenou při nákupu letenky. Tato služba bude jistě nabízena VIP klientům.

3.2. Návrhová část

3.2.1. Vertiporty

Pro UAM 2.0 letadla eVTOL nepřekročí největší rozměr 15 m (D) a MTOW 3175 kg.

Vertiporty musí být vybavené prostředky pro přesnou navigaci letadel v jejich okolí a v místě přistání.

Bezpilotní letadla eVTOL musí být schválena pro provoz v systému UAM 2.0. Letadla budou vybavena nezbytnou úrovní sensoriky pro automatické přistání včetně nouzového přistání na záložních nouzových místech přistání při totální degradaci služeb UTM 2.0. UTM 2.0 zodpovídá mimo jiné i za eliminaci pravděpodobnosti střetu letadel v prostoru UAM 2.0 včetně malých UAV ve sdílených prostorech.

Letadla eVTOL pro UAM musí být schopny samostatného řízeného pohybu/pojíždění po prostoru Vertiportu včetně sensorů, primárně bude pohyb eVTOL po vertiportu řízen a organizován systémem Vertiport Management.

Letadla pro UAM 2.0 musí být standardizována pro odbavení na vertiportu, jako je například jednotný standard pro rozhraní nabíjení palubních baterií, případně dalších energií (H₂?).

Musí existovat standardy pro nástup/výstup cestujících z/do kabiny a předletové postupy, rozhraní letadlo/vertiport. Z důvodů nákladů bude redukováno množství lidské práce při odbavení letadel, a maximálně bude využito robotických systémů a asistentů.

Systém provozní údržby na vertiportech bude na úrovni O-level (základní letová údržba), kdy systém a licencování techniků pro údržbu bude v principu podobný jako systém v současnosti zavedené na letištích pro komerční dopravu. Z důvodů snížení nákladů bude i zde pro UAM 2.0 využito vysoké úrovně automatizace. Stav letadla a jeho systémů bude monitorován průběžně s využitím systém + structure health monitoring, s predikcí poruch pro maximální denní utilizaci letadla pro komerční provoz. Poletová/předletová kontrola testem palubních systémů + health monitoring bude doplněna vizuální kontrolou kamerového systému vertiportu v prostoru „brány“ = gate. Sběr a vyhodnocení provozních dat, plánování údržby bude v zodpovědnosti Provozovatele letoun (pozemní řídicí centrum + systém vertiportů pro I a D level údržbu). Na běžných vertiportech bude tým techniků s příslušným typovým osvědčením a základní sklad náhradních dílů pro typ. Je předpoklad sdílení techniků mezi typy/provozovateli operujícími na vertiportu a i ND v určitém rozsahu by po standardizaci mohli být sdíleny. V případě větší opravy bude na vertiport dodán tým rychlé reakce s vybavením/díly pro opravu v krátkém čase. Dle rozhodnutí Provozovatele letounu může být letoun s omezenou bezpečnou funkcionalitou (podobné k MMEL) přelétnut v rámci technického přeletu na vertiport se službami pro vyšší úrovně údržby (Depot level).

Návrh identifikačního označení vertiportů v hierarchické síti dle jejich struktury a poskytovaných služeb

Každému vertiportu bude v okamžiku jeho vzniku přiděleno konvenční označení čtyřmístným identifikačním kódem, stejně jako u letišť a heliportů.

Pro podrobnější popis jednotlivých „nods“ (letišť), neboli bodů páteřní sítě pro provoz VCA (VTOL), která by měla v budoucnosti na území ČR vzniknout, navrhujeme použít doplňující označení jeho typu, za účelem snadné identifikace typu a velikosti vertiportu, včetně druhu poskytovaných služeb (včetně zázemí).

Výše popsanou klasifikaci navrhujeme v následujícím příkladovém kódovém tvaru:

P_1AD_8P(8G)_OD_(OP)_[SL-4]

Jednotlivá písmena a číslice v různých pozicích představeného kódu se všemi jeho variantami vyjadřují následující údaje:

- P** *první pozice* označuje druh vertiportu podle jeho vertikální polohy vůči AGL (Above Ground Level)
- P** Pozemní (umístěný na ploše do cca max. 1 m AGL)
 - V** Vyvýšený (zvýšený objekt do devíti metrů AGL)
 - S** Střešní (umístěný na střeše objektu)
 - O** Ostatní (například na plovoucí plošině na vodní ploše, na jachtě, marině nad vodní plochou a jiných objektech než budovách)
- 1AD** tato *druhá pozice* označuje počet FATO. Číslice označuje počet FATO, písmeno/a za číslicí určuje/í, zdali je FATO určené pouze pro přílet (**A** jako Arrival), nebo pro přílet i odlet (**AD**, kde D znamená Departure). FATO, určené pouze pro přílet bude mít za písmenem A nulu A0, pro označení FATO určené pouze pro odlet je přiřazena čtvrtá pozice identifikačního kódu
- 8P(8G)** ve *třetí kódové pozici*, která obsahuje 2 číslice, dvě písmena označujeme první číslicí počet Pads (**P** – parkovací místo) a číslice s následujícím písmenem (umístěné do závorek) počet Gates (**G** – odbavovací Gate)
- OD** *čtvrtá pozice* označuje FATO primárně určené pouze pro odlet, kde **D** značí Departure. Pokud není na daném vertiportu žádné FATO určené primárně pro odlet, je označení **OD**. V průběhu provozu letiště je možné obrácení (přesměrování) provozu na taxidrive a role jednotlivých FATO se mohou změnit
- (OP)** *pátá kódová pozice*, obsahuje číslici a písmeno označující Pads (**P** – parkovací místo) specificky určené pro dlouhodobější stání. I proto jsou opět umístěna do závorek. Číslice určuje jejich počet. Písmeno **P** zde vyjadřuje Parking. Toto označení bude nejvíce používáno u parkovacích věží a podobných specifických objektů budovaných pro dlouhodobější parkování letadel VTOL.
- [SL-5]** Kód na poslední šesté pozici označuje úroveň služeb (**SL** – Services Level), které daný Vertiport poskytuje. Ta je od stupně 1, s minimální úrovní služeb, až do stupně 5, která označuje kompletní škálu služeb, včetně komplexnějšího zázemí určeného pro opravy letadel.

Stupně označující úroveň služeb vyjadřují následující:

Stupeň 1 – oplocená plocha, může být krytý přístřešek pro parkování letadla, uzamykatelný box nebo malý objekt s požárním přístrojem, základní sadou nářadí, mini skladem (například pro čisticí prostředky), a přístupem k vodě ...,

Stupeň 2 – vše co stupeň 1 plus kryté místo/a v uzavřeném objektu, mini zázemí pro uživatele (krytý prostor s toaletou, místo pro čekání,), nabíjecí místo

Stupeň 3 – vše co stupeň 2 plus Gate (brána) se základním vybavením pro klienty (například automat na občerstvení, ...), chráněný klimatizovaný prostor, komplexní kontrola pasažéra

Stupeň 4 – vše co nabízí stupeň 3 plus základní servis a opravy

Stupeň 5 – vše co nabízí stupeň 4, sdílené služby a prostory s dalšími subjekty, další nadstandardní služby

3.2.2. Vertiport HUB – popis základních funkčních celků

Vertiport HUB je svojí velikostí možné srovnávat s malým či středně velkým letišťem. Na vertiportu je mnoho funkcí zastoupeno podobně. Například proces odbavení je v mnohém totožný. Vzhledem ke specifickým znakům tohoto druhu dopravy a dopravních prostředků jsou zde však některé odchylky, které bude třeba akceptovat nejen při odbavování klienta, ale již před tímto procesem při objednávání / nákupu letenky, stejně tak i při nástupu a výstupu z dopravního prostředku.

Výsledný návrh Vertiport HUB vznikl specificky pro účely této Metodiky. Vycházel z výsledků předcházející analytické části. Studie Vertiportu HUB má sloužit jako modelový příklad pro navrhování vertiportů podobné velikosti a zároveň jako vodítko pro navrhování vertiportů menšího typu.

Postupy pro provoz letadel na vertiportech, standardizace

Pro UAM 2.0 letadla eVTOL nepřekročí největší rozměr 15 m (D) a MTOW 3175 kg.

Vertiporty musí být vybavené prostředky pro přesnou navigaci letadel v jejich okolí a v místě přistání.

Bezpilotní letadla eVTOL musí být schválena pro provoz v systému UAM 2.0. Letadla budou vybavena nezbytnou úrovní sensoriky pro automatické přistání včetně nouzového přistání na záložních nouzových místech přistání při totální degradaci služeb UTM 2.0. UTM 2.0 zodpovídá mimo jiné i za eliminaci pravděpodobnosti střetu letadel v prostoru UAM 2.0 včetně malých UAV ve sdílených prostorech.

Letadla eVTOL pro UAM musí být schopny samostatného řízeného pohybu/pojíždění po prostoru Vertiportu včetně sensorů, primárně bude pohyb eVTOL po vertiportu řízen a organizován systémem Vertiport Management.

Letadla pro UAM 2.0 musí být standardizována pro odbavení na vertiportu, jako je například jednotný standard pro rozhraní nabíjení palubních baterií, případně dalších energií (H2?).

Musí existovat standardy pro nástup/výstup cestujících z/do kabiny a předletové postupy, rozhraní letadlo/vertiport. Z důvodů nákladů bude redukováno množství lidské práce při odbavení letadel, a maximálně bude využito robotických systémů a asistentů.

Systém provozní údržby na vertiportech bude na úrovni O-level (základní letová údržba), kdy systém a licencování techniků pro údržbu bude v principu podobný jako systém v současnosti zavedené na letištích pro komerční dopravu. Z důvodů snížení nákladů bude i zde pro UAM 2.0 využito vysoké úrovně automatizace. Stav letadla a jeho systémů bude monitorován průběžně s využitím systém + structure health monitoring, s predikcí poruch pro maximální denní utilizaci letadla pro komerční provoz. Poletová/předletová kontrola testem palubních systémů + health monitoring bude doplněna vizuální kontrolou kamerového systému vertiportu v prostoru „brány“ = gate. Sběr a vyhodnocení provozních dat, plánování údržby bude v zodpovědnosti Provozovatele letoun (pozemní řídicí centrum + systém vertiportů pro I a D level údržbu). Na běžných vertiportech bude tým techniků s příslušným typovým osvědčením a základní sklad náhradních dílů pro typ. Je předpoklad sdílení techniků mezi typy/provozovateli operujícími na vertiportu a i ND v určitém rozsahu by po standardizaci mohli být sdíleny. V případě větší opravy bude na vertiport dodán tým rychlé reakce s vybavením/díly pro opravu v krátkém čase. Dle rozhodnutí Provozovatele letounu může být letoun s omezenou bezpečnou funkcionalitou (podobné k MMEL) přelétnut v rámci technického přeletu na vertiport se službami pro vyšší úrovně údržby (Depot level).

Funkční celky Vertiportu typu HUB

Jako každá stavba, která je navržena pro svůj specifický účel, tak i vertiporty budou muset splňovat kromě regulativů v příslušných zákonech a předpisech několik zásadních podmínek, jejichž řešení bude záležet na architektech a inženýrech a dalších specialistech, které jako autorizované osoby budou jednotlivá letiště navrhovat.

- Estetická úroveň interiéru i exteriéru odpovídající úrovni a kvalitě nabízené služby
- Ergonomická kvalita interiérů a jeho jednotlivých částí a vybavení
- Bezpečnostní opatření, minimálně narušující soukromí cestujících i pracujících na vertiportech
- Jednoduchá navigace v okolí vertiportů při příjezdu na vertiport, parkování, při vstupech do objektu a v jeho vnitřních prostorách umožňující snadnou orientaci a neustálou informovanost cestujících o provozu a případných změnách.
- Atraktivita prostředí, neboli komunikace prostředí a jednotlivých, k tomu určených prvků, a rovněž obsluhy s klientem (člověk, nedigitální i digitální vizuální prvky jako informační stěna, roboti, parkovací systém, nákup občerstvení...).
- Propustnost letiště – optimalizace provozu na letišti i airside, aby bylo zajištěno maximální, ale komfortní odbavení zákazníků.

Určení správné kapacity jednotlivých funkčních celků je velice důležité nejen pro bezpečný provoz letiště (vertiportu), ale i pro optimalizaci procesů, které se v

nich odehrávají, a jejich návaznosti. Správné nadimenzování letiště má samozřejmě značný vliv na investiční náklady a ekonomické výsledky provozovatele letiště.

Schéma procesů omezujících kapacitu provozu vertiportu

Průchodnost vertiportu je ovlivněna kapacitou základních procesů, kterými jsou kapacita pozemního přístupu, kapacita terminálu, kapacity airside procesů na letištní ploše a kapacita vzdušného procesu.

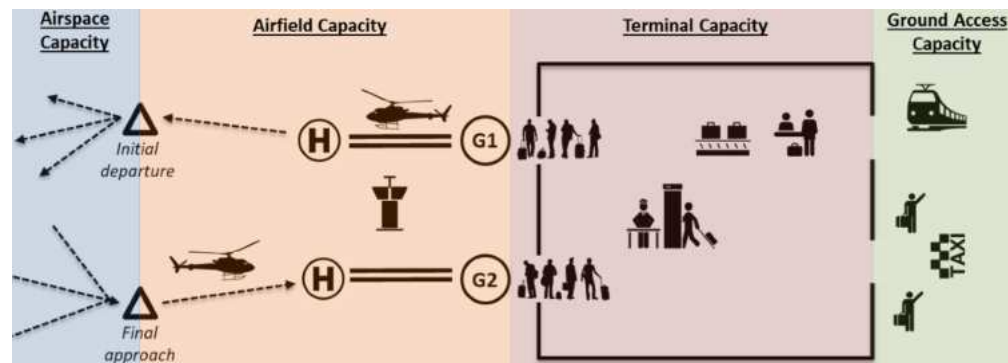


Diagram of the four capacity limiting processes of vertiport operation
Parker D. Vascik, R. John Hansman, Development of Vertiport Capacity Envelopes and Analysis of Their Sensitivity to Topological and Operational Factors, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, 02139

Letiště / Vertiport

Na vertiportu se nacházejí tři hlavní oblasti:

Airside – provoz na letištní ploše. Provoz na letištní ploše, podobně jako na současných letištích bude místem, kde budou naše letadla startovat a přistávat při přeletech mezi vertiporty. Provozní plochy zahrnují všechny plochy přístupné letadlům, včetně vzletových a přistávacích drah, pojezdových drah a ramp.

Landside – provoz na pozemní ploše. Provoz na zemi bude zahrnovat zóny pro vyzvedávání a vysazování cestujících. Kromě toho k této části patří plochy parkoviště, palivové nádrže a přístupové cesty. Pozemkem se rozumí prostor přístupný široké veřejnosti, včetně těch, kteří necestují. Ačkoli v některých oblastech landside mohou být zavedena bezpečnostní opatření (např. parkoviště, hangáry, terminály a kancelářské budovy), nepovažuje se za "zabezpečenou" oblast ve stejném smyslu jako oblast airside, kde je přístup přísně kontrolován.

Budova terminálu.

Budova hlavního terminálu, ve které se odehrává komplexní odbavení klienta a je plně zabezpečená.

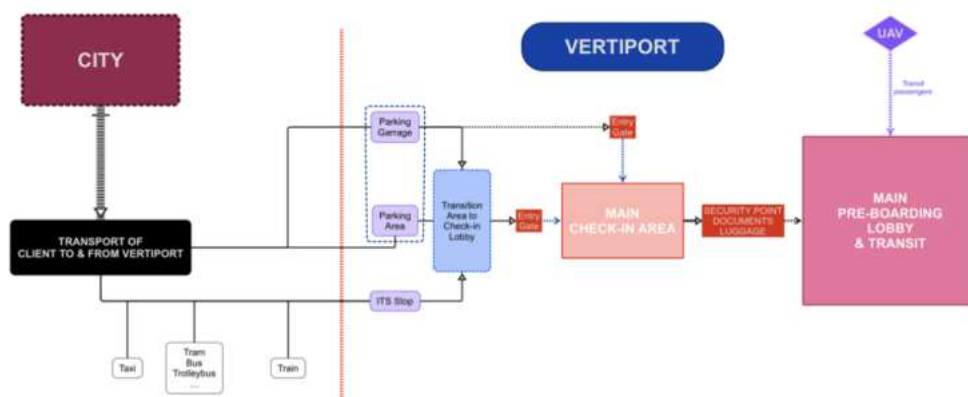


Vertiport topology terms used in the context of UAM (EASA)

Následující diagram znázorňuje vztahy mezi okolním městským systémem a vertiportem a jeho hlavními funkčními celky. Dostupnost vertiportu bude kritickým faktorem pro jeho umístění do dané lokality.

Přístup na/z vertiportu může být zajištěn dopravou soukromou i (preferovaně) městskou hromadnou dopravou jakéhokoliv typu. Její kvalita rovněž rozhodne o využívání služeb UAM.

Jedním z cílů zavedení UAM letadly je její integrace do lokálního integrovaného dopravního systému. V centrech měst či v místě s velkou koncentrací lidí, kteří budou uživateli UAM bude vertiport pravděpodobně i v docházkové vzdálenosti (například OC, stadion, ...) či dostupný městskými skútry (koloběžkami) a dalšími dopravními prostředky tzv. „curb side mobility“).



Schematický diagram Město – Vertiport

Přeprava na vertiport může být poskytnuta následujícími dopravními prostředky, vyžadujícími specifický druh výstupního/nástupního stanoviště, které bude vyžadováno přímé propojení se vstupem do hlavní odbavovací haly v dostupné vzdálenosti s dalšími vchody jako jsou například pracoviště zaměstnanců.

- Autobus, shuttle (mini)bus – zastávka (příjezd/odjezd/manipulační)
- Tramvaj (kolejiště), Trolejbus (troleje) - **zastávka** (příjezd/odjezd/manipulační)
- Vlák, Monorail – (kolejiště) - **nástupiště**,
- Loď vodní cesta, nádrž – **přístaviště**
- ostatní

Je nutné dbát na bezbariérový přístup a trasy mezi stanovišti a vertiportem.

Dalšími elementy podporujícími provoz těchto prostředků v rámci vertiportů budou například dobíjecí stanice (elektro, vodík, ...), případně další, jako myčka a podobně.

Odbavovací hala

Odbavovací hala vertiportu je hlavním bodem pro vstup cestujících klientů vertiportu a jejich doprovodu. Slouží pro odbavení cestujících a jejich přímému vstupu do čekací haly před odletem. Tento prostor je monitorován bezpečnostními kamerami a dalšími senzory a čidly z důvodů bezpečnosti provozu a jeho plynulosti.

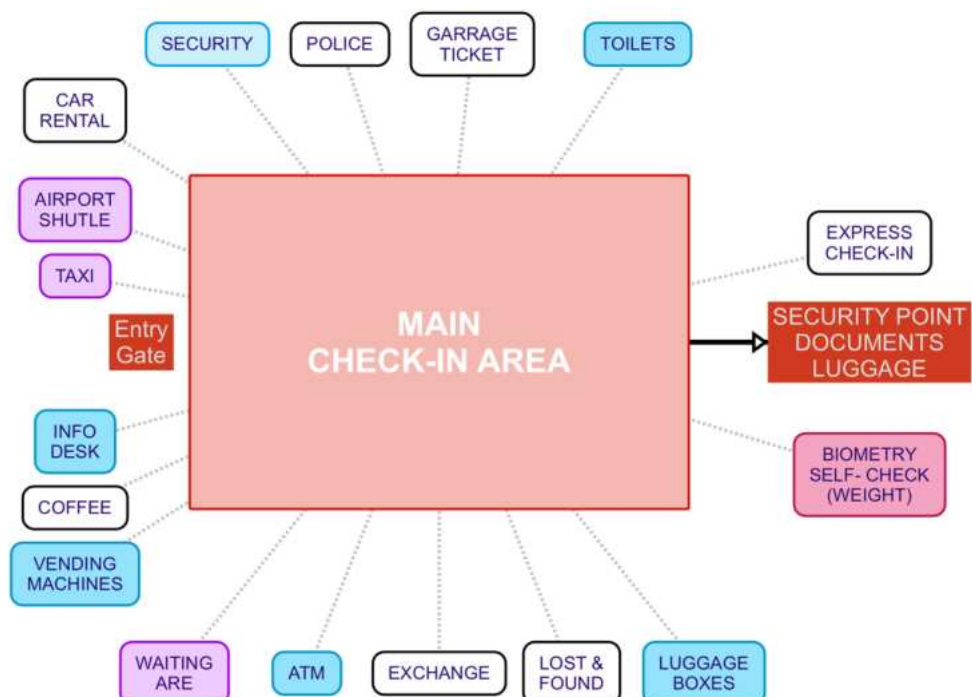


Diagram hlavní odbavovací haly Vertiportu.

Tento prostor je primárně určen k odbavení cestujících, jejich identifikaci a kontrole biometrických údajů a zavazadel. Plynulost odbavení a jeho maximální zjednodušení je cílem každého provozovatele letišť a v budoucnu i vertiportů.

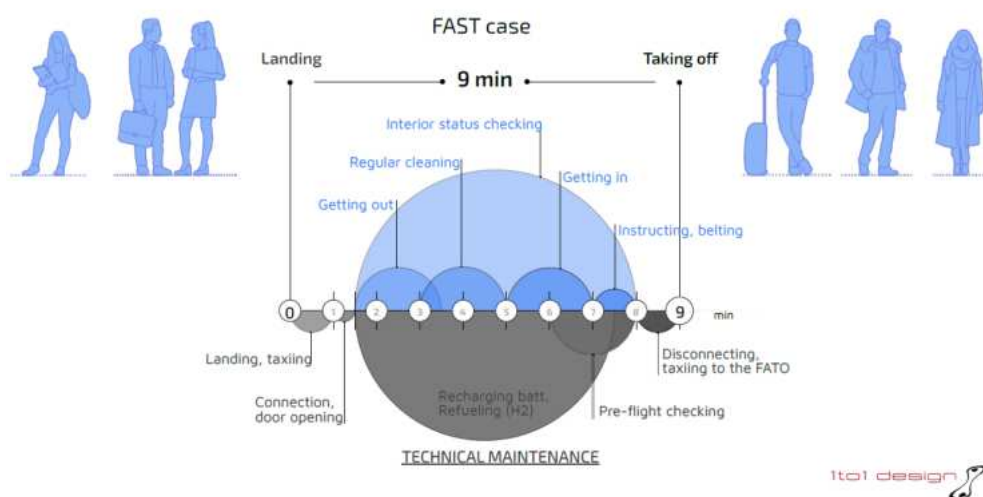
Jedním z faktorů, který hodně ovlivní bezproblémové odbavení cestujících je typ pasažéra.

Typ pasažéra a vliv na jeho odbavení

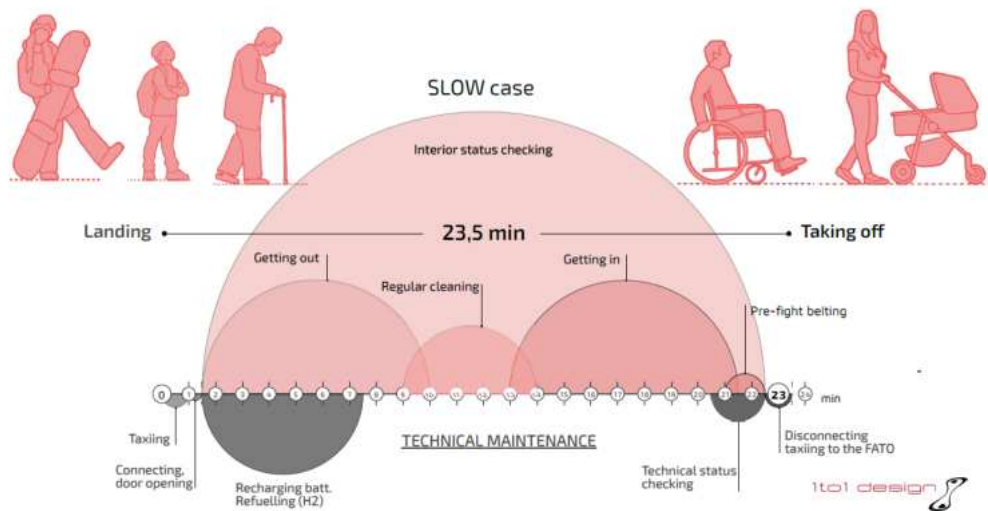
Následující dva diagramy zobrazují ideálního pasažéra a realitu, která může nastat a násobně zpozdit výstup/nástup do letadla.

Prvním z nich je ideální pasažér z hlediska rychlosti jeho odbavení a rovněž minimálních nároků na jeho supervizi a případnou asistenci při pohybu na letišti a nástupu/výstupu do/z letadla.

Druhý typ pasažera potřebuje více času pro nástup do letadla a výstup z letadla, pohyb kolem letadla na ploše letiště. Handicapovaní pasažéři a staší osoby mohou potřebovat asistenci hlavně na letištní ploše a s usazením v letadle, či naopak při procesu výstupu z letadla a opuštění letištní plochy. Pohyb tohoto pasažéra mimo letištní plochu v zásadě neprodlouží interval pro odbavení letadla. Nicméně si vyžádá osobní asistenci po celou dobu jeho pobytu na vertiportu.



Ideální pasažér pro včasné odbavení



Pasažér s případnými komplikacemi při odbavení

Proces odbavení cestujících.

Pro odbavení cestujících budou použity chytré technologie. Běžnou věcí bude aplikace skenovacích bran a tunelů. Cestující projdou systémem skenovacích tunelů, který jim umožní absolvovat pasovou kontrolu během několika sekund. Cestující tak nebudou muset procházet razítkem do pasu nebo předkládat jiné doklady jen kvůli prokázání totožnosti.



Současné turnikety neboli odbavovací brány se schopností biometrické kontroly a kontroly cestovních dokumentů



Dubai airport scan face video tunnel. <https://www.engadget.com/2017-10-10-dubai-airport-scan-face-video-tunnel.html>

Společnost SaS vyvíjí technologii, která by umožnila skenování jdoucích cestujících, získávání dat přes většinu oděvů a spolehlivou detekci širšího spektra zakázaných předmětů bez ohledu na jejich ukrytí.

Technologie hybridní systém CT/XRD umožní pracovníkům bezpečnostních složek v dopravě zobrazit 3D obraz zavazadla, identifikovat materiály uvnitř a rozpoznat, zda se jedná o hrozbu, aniž by museli zavazadlo otevřít, což snižuje počet kontrol zavazadel a urychluje proces na kontrolním stanovišti. Kombinuje dva nejmodernější systémy do hybridu, který překonává výkony obou systémů samostatně. Dva systémy v tomto hybridu jsou rentgenový systém počítačové tomografie (CT), podobný technologii používané při CAT-skenech, a novější rentgenová difrakce (XRD). Systém XRD poskytuje více informací o typech materiálů v zavazadlech než rentgen CT a v některých případech dokáže určit, z čeho jsou předměty v příručních zavazadlech vyrobeny.



(Zdroj: securityinfowatch.com)

Váhový limit pasažéra

Zajímavým problémem, který bude čekat na systémové řešení, bude splnění maximálního váhového limitu cestujících, včetně palubních zavazadel. V dnešním systému o sobě cestující neuvádí žádné biometrické parametry, kromě těch uvedených v cestovních dokladech. Pokud je letadlo přetížené, vzhledem k současným letovým podmínkám, je běžné, že letová společnost požádá cestující již odbavené a sedící na palubě letadla, včetně jejich zavazadel v podpalubí, aby za nějakou formu úplaty (finanční odměny, volných letenek na jiný let stejné společnosti) vystoupili a cestovali jiným letem. Nikdy ale neváží cestující a zavazadla předem. V případě současných konceptů VTOL a jejich parametru je možné, že bude parametr maximálního zatížení cestujícími a jejich zavazadly relativně často překročen.

V odborném článku „Doprava e-VTOL letadly v České republice – znalosti a očekávání veřejnosti“ (Zýka J., Čmielová K, Vosečková L, Vysoká škola obchodní v Praze, nadační fond – Katedra letecké dopravy), ve své práci prezentuje výsledky průzkumu na toto téma (viz. následující citace).

„Kromě vážení zavazadel patří mezi teoretické možnosti rovněž uvádění hmotnosti samotných cestujících. Tato, spíše hypotetická, varianta může být akceptována až 71 % respondentů při nákupu letenky, o 5 procentních bodů méně pak získala akceptace u vážení přímo před samotným letem. Přímé měření hmotnosti před odletem by bylo ochotno akceptovat 66 % dotázaných, což je s ohledem na určitou míru sensitivity tohoto údaje překvapivě vysoké číslo. Nevůli k uvedení vlastní hmotnosti projevilo 68 % žen a 32 % mužů.“



Ochota k uvedení hmotnosti ze strany cestujícího; (Zdroj: „Doprava e-VTOL letadly v České republice – znalosti a očekávání veřejnosti“, Zýka J., Čmielová K, Vosečková L.)

Pre-boarding a transitní lobby

Diagram ukazuje organizační schéma tzv. pre-boarding (čekací) a transitní haly.

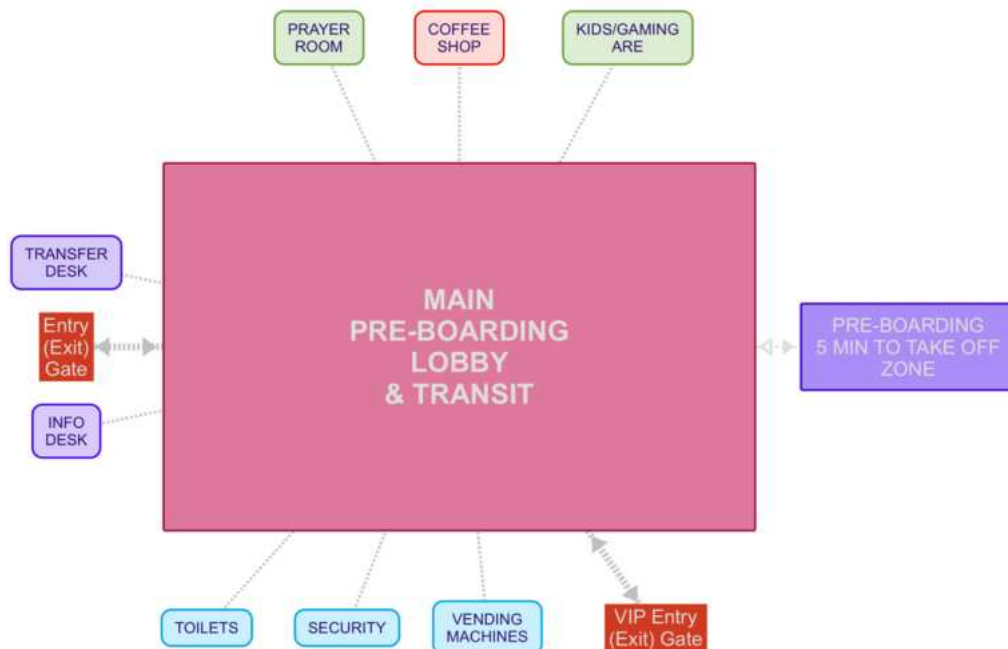


Diagram pre-boarding / tranzitní haly

Čekací hala je místem kde klient, který se dostavil dříve, případně klient, který přestupuje, může vyčkávat na svůj let. Proto kromě občerstvení by měl nabídnout nejen pohodlné vybavení interiéru pro odpočinek, ale i pro práci na počítači, koutek pro děti či možná i Prayer room a podobné prostory.



Vizualizace čekacího prostoru po odbavení a tranzitní prostor mezi dvěma navazujícími lety (Zdroj: Uber)

Rozhraní Landside/Airside prostorem při nástupu klienta do letadla - 5 minutes zone

Popis vazby a interface (propojení) mezi landside prostorem a airside prostorem vertiportu (čekací prostor – 5 Minutes Zone) a chráněný a kontrolovaný prostor pro výstup a nástup do letadla



Před vstupem do 5 Minutes Zone bude muset být cestující naposledy biometricky identifikován, aby vstoupil do správného prostoru ke svému letu.

Před nástupem do letadla by měli být cestující konkrétního letadla již připraveni a identifikováni v zóně pracovně nazvané „5 minutes zone“. Tou by v nejlepším případě měla být samostatná místnost. Pro vstup do ní bude nutné projít identifikační bránou, kde bude kontrolována již jen oční duhovka a tvář (iris and face recognition technology), dokumenty již při této kontrole nejsou nutné. Dá se předpokládat, že i když se dveře z této místnosti směrem na letištní plochu po ukončení výstupu cestujících z letadla a kontrole jeho interiéru otevřou automaticky (kontrola ukončení těchto procesů bude provedena vizuálně „chytrými“ kamerami), pro pohyb a nástup do letadla bude třeba asistence „supervizora“, kterým bude člověk.

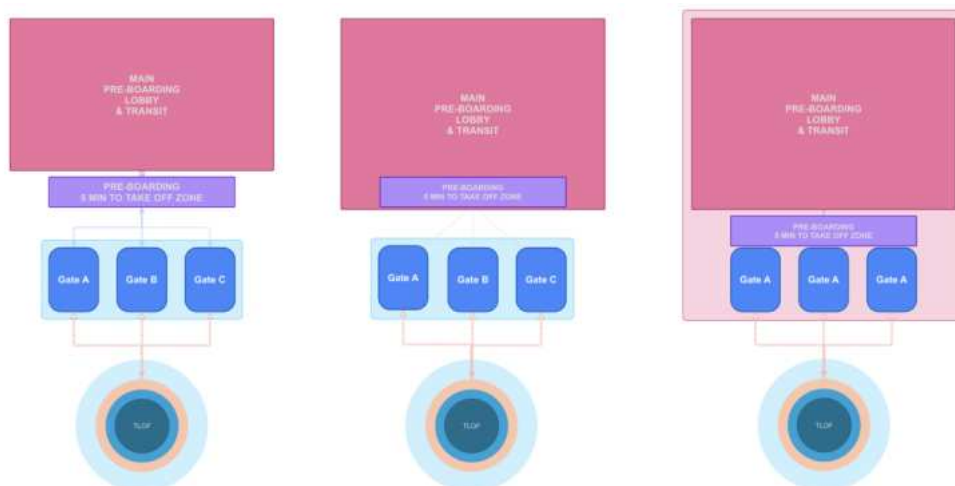


Příklad – vizualizace z architektonické studie pro UBER Vertiport. Zde chybí supervizor, který by kontroloval a usměřňoval cestující na letištní ploše a asistoval cestujícím pro včasný a procesně správný nástup i výstup z letadla.

Interface (rozhraní) mezi prostorem, kde klient čeká bezprostředně před nástupem do letadla, kde je po poslední kontrole ID s potvrzením letu v dané odbavovací bráně a prostorem v okolí letadla bude hrát významnou roli. Kontrola pohybu a jeho organizace je v tomto bodě velmi žádoucí.

Důležitá bude organizace pohybu v bezprostředním okolí dopravního prostředku při výstupu a nástupu cestujících, jak pro zamezení rozptýlení cestujících po letištní ploše a udržení bezpečnosti prostředí, tak pro zamezení styku klienta s letadlem. Jelikož dodržení časového harmonogramu při nástupu a výstupu z letadla bude zásadním faktorem pro propustnost vertiportu a počtu odbavených letadel a cestujících, je v současném okamžiku jedinou variantou přítomnost člověka, zodpovědného za vykonání všech potřebných úkonů, a provedení kontroly letadla. Ke každé bráně bude rovněž přidělen technik zodpovědný za provedení technické kontroly letadla a jeho stavu po předcházející posádce a doplnění věcí do interiéru letadla.

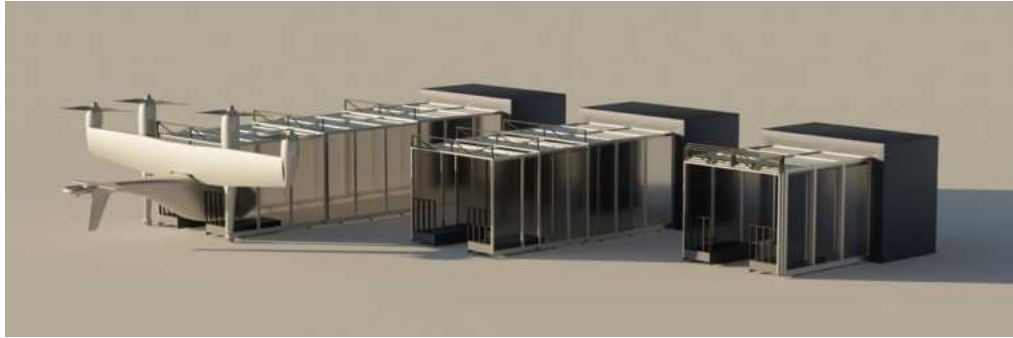
Odbavovací Gates a 5 Minutes Zone mohou být ve vztahu k pre-boarding lobby (čekací haly) navrženy v různé konfiguraci. Tyto jsou znázorněny na následujícím diagramu.



Ochrana parkovacích stání

Jednou z nejdůležitějších faktorů UAM služby je pohodlí klientů. K tomu patří i ochrana před rozmarnou počasí. Tedy před silným větrem, deštěm či sněhem při nástupu a výstupu do dopravního prostředku.

Mnoho konceptů letišť pro VTOL předpokládá přetažení střešní konstrukce nad parkovací místo (stojanky) letadla. Toto řešení samozřejmě nemusí v mnoha případech být dostatečné a proto jsme se rovněž zabývali návrhem vysouvacího tunelu, který by zajistil chráněné prostředí cestujících pro spojení Gate (brány) a letadla (viz obrázek).



Variantní řešení pro nástup a výstup z VTOL letadla „suchou nohou“ na vertiportech bez zastřešení, či pouze s částečným zastřešením teleskopickou bránou.

Na následujících obrázcích je zobrazen příklad částečně překrytého parkovacího místa pro letadla VTOL, kombinace s výsuvnými „tunely“ na vertiportu umístěném před jednotlivé Gates.



3.2.3. Koncept založení hierarchického systému sítě vertiportů v rámci urbáních systému v ČR

Návrh hierarchické sítě vertiportů na území ČR si vyžádá hlubší analytický proces, na jehož základě bude možné tuto síť navrhnout, včetně veškeré podmíněné

pozemní infrastruktury. Tato analýza a návrh nebyly součástí této metodiky, nicméně je v ní naznačen koncept realizace prvních vertiportů a jejich typů a kapacit provozu a služeb, které by jejich provozovatelé a třetí strany nabízely a staly se tak základem pro další rozvoj sítě vertiportů v ČR.

Je celkem pravděpodobné, že celá síť bude navržena ve třech úrovních, kdy nejvyšší úroveň budou tvořit vertiporty typu HUB a vertiporty typu Basic, umístěné ve větších městech. Menší vertiporty s předpokládaným nižším provozem budou tvořit druhou úroveň a nejmenší vertiporty a vertistops budou tvořit úroveň třetí.

Stát bude pravděpodobně první, kdo bude promyšleným způsobem (vzhledem k akceptanci UAM veřejnosti a jejími politickými zástupci) a v návaznosti na zkušenosti ze zahraničí, iniciovat vznik prvních vertiportů a jejich propojení zkušební linkou, podobně jako to zrealizuje v Paříži v roce 2024 firma Skyport a město Paříž.

3.2.3.1. Testovací fáze

Dá se předpokládat, že tato testovací (a akceptační) fáze může zahrnovat několik vertiportů umístěných do 50 km od Prahy, na okraji Prahy a samozřejmě jeden vertiport v Praze (ideálně v jedné z vybraných lokalit v centru) a jeden VertiHUB na Letišti Václava Havla. Hlavně propojení vertiportů na území Prahy a propojení centra s letišťem může hrát zásadní roli pro masivní rozvoj UAM v rámci ČR.

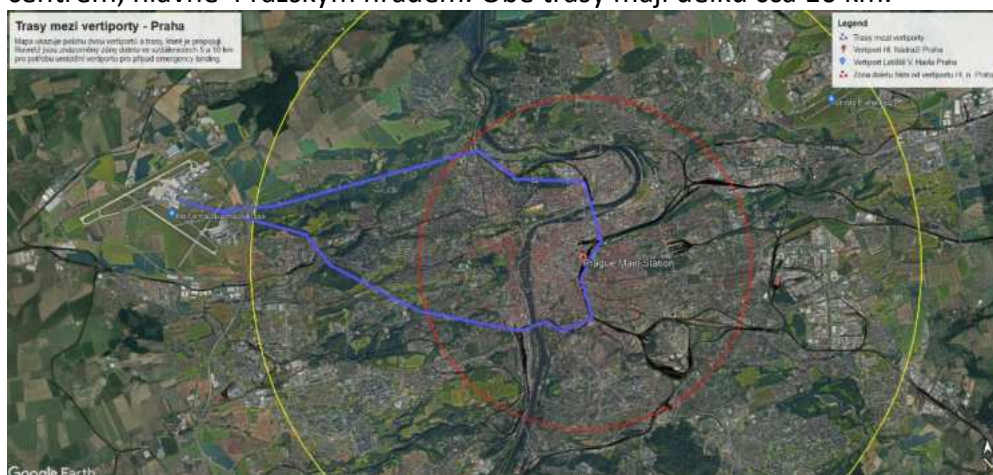
Na následující mapě je znázorněna počáteční síť, kde je Praha jejím hlavním bodem propojena s dalšími čtyřmi městy, tvořící první úroveň, modře jsou označena další města, který by v ní mohla být také. Rovněž je okolo Prahy ukázána podružná síť druhé úrovně. Jsou ukázány příklady příčných propojení území.



V dalších fázích budou vertiporty pravděpodobně vznikat v závislosti na komerční poptávce od rozličných subjektů, například ve společném úsilí s městem či v lokalitách s vysokou aktivitou a návštěvností, vhodnou pro vertiport. Všechny vertiporty by však měly vznikat v souladu s vypracovaným strategickým plánem rozvoje UAM a pozemní infrastruktury v ČR. Zajímavé může být spojení s jiným druhem dopravy pro koncept „first & last mile“.

Praha – trasa mezi centrem a letištěm.

Následující mapa dokumentuje dvě možné trasy mezi Vertiport HUB Hlavní nádraží Praha a Vertiport HUB Letiště Václava Havla. Obě trasy volí pro část svého letu prostor nad železničními koridory a vyhýbají se letu nad historickým centrem, hlavně Pražským hradem. Obě trasy mají délku cca 16 km.



Pro realizaci a maximální funkčnost je třeba, aby letištní vertiporty bylo možné umístit co nejbližší terminálům stávajícího letiště a minimalizoval se tak čas potřebný pro přestup. Následující schéma ukazuje ideální teoretickou lokalitu ve dvou variantách pro umístění VertiHUBu na Letišti Václava Havla Praha



Současný stav Letiště Václava Havla (Zdroj Google Eath)



Navrhovaný stav rozšíření Letiště Václava Havla. (Zdroj“
<https://www.prg.aero/letiste-praha-na-cestech-k-budoucnosti-kapacity-nove-linky-obchody-parkovani-na-miru>)

Následující obrázek zobrazuje návrh teoretického umístění VertihUBu Letiště Václava Havla. Ideální variantou by bylo umístění vertiportu na střeše rozšíření terminálu 2, kdy by bylo možné využít ke kompletnímu odbavení pasažéry vertiportu terminál letiště. Přestup mezi oběma dopravními prostředky by byl nejkratší možný a splňoval by ideální variantu symbiózy mezi oběma typy letišť. Druhá varianta rovněž umožní krátké spojení mezi oběma letišti, a tedy i přestup z jednoho dopravního prostředku do druhého (samozřejmě přes veškeré nutné checkpoints). Je rovněž možné uvažovat o realizaci obou terminálů vertiportu a využívat je specificky dle různých specifikací přepravní služby UAM.



Návrh teoretického umístění VertihUBu Letiště Václava Havla. (Autor MP)

3.2.3.2. Předpoklady pro vytvoření základní sítě vertiportů včetně bezpečnostních mikro-portů (Vertipads)

Jedním z nejdůležitějších podmínek, která musí být splněna pro zavedení tohoto druhu dopravy do městských systémů je, aby se nad nimi pro letadla (e)VTOL otevřel letový prostor. Jakým způsobem se to stane a jak budou definované letecké koridory není součástí této metodiky, nicméně tento krok je nezbytný a ovlivní rovněž jakým způsobem budou jednotlivé lokality moci být vybrány, speciálně blíže k centru měst.

Provoz letadel typu (e)VTOL nad obydlenými oblastmi není zatím nijak legislativně upraven. EASA i FAA pracují na přípravě takové legislativy ve spolupráci s průmyslem, který vyvíjí takovou techniku (v Evropě např. Volocopter, Lilium).

Provoz UAM v oblasti velkých měst bude limitován sítí míst pro vzlet, přistání a odbavení takových letadel (vertiporty), přičemž budou muset existovat standardy schválení pro všechny komponenty takového provozu od letadel, vertiportů, ATC, postupů, výcviku atd.

Letadla schopná kolmého vzletu a přistání s využitím elektrického pohonu jsou označována jako (e)VTOL, EASA pro ně používá pojem VCA (**VTOL capable aircraft**).

Logicky v první fázi budou pilotované, kdy EASA pro ně zavádí pojem MVCA (**Manned VCA**). Návrh znění provozních požadavků EASA zveřejnila v 6/2022 v rámci EASA NPA (Notices Proposed Amendment) 2022-06, kdy NPA obsahuje představení předpisového rámce, kterým se mění a doplňuje Nařízení Komise (EU) č. 965/2012, kterým se stanoví technické požadavky a správní postupy týkající se letového provozu s doplněním nové kategorie letadel VCA a provozu definovaného jako **Inovative Air Mobility** – Part-IAM. Ten obsahuje dvě základní kategorie takového provozu:

1, **UAM** (Urban Air mobility) – provoz nad zalidněnými oblastmi, pouze letadla schválená dle SC-VTOL-01 kategorie Enhanced, provoz zajišťující komerční přepravu cestujících. Základní požadavek z hlediska bezpečnosti je, že taková letadla vždy budou schopna bezpečně dokončit let přistáním bez ohrožení osob na palubě i na zemi (Continued Safe Flight and Landing – CSFL).

2, **NAM** – provoz nad nezalidněnými oblastmi, letadla VCA schválená pro UAM, ale i letadla schválená dle SC-VTOL-01 kategorie Basic, kdy se připouští dokončení letu nouzovým přistáním (emergency landing).

NPA zatím řeší jen provozní požadavky na pilotovaná VCA – MVCA, kapitoly upravující provoz letadel nepilotovaných (**UVCA**) jsou zatím prázdné

Návrh předpisu obsahu ustanovení ohledně management energie na palubě a plánování letů potvrzuje, že pro VCA zatím **neexistuje** žádná kvantifikace požadavků na rezervy pro odklon letu (časy, dolet) (diversion) z jakéhokoliv

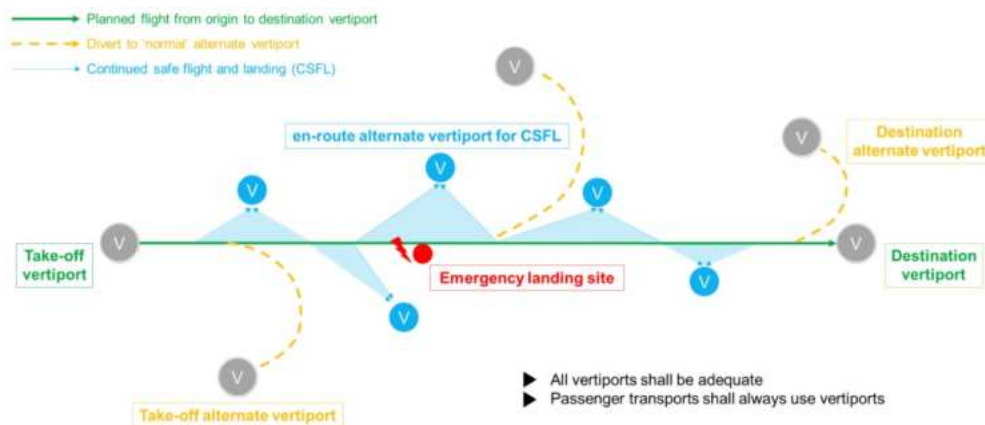
důvodu, tak jak 965/2012 upravuje pro klasická letadla a vrtulníky. Stejně tak požadavky na Diversion a Final Energy Reserve řeší obecně EASA Opinion 03/2023 (představení záměru předpisového rámce pro provoz dronů včetně IAM a MVCA). Na druhou stranu jsou popsány požadavky na plánování a schvalování letů s principem CSFL. Provozovatel je povinen v rámci plánu letu vždy naplánovat alespoň **1 další vertiport** jako alternativu k nedostupnosti plánovaného místa přistání z jakéhokoli důvodu a i pro tento letový plán mít dostatek energie na nepředvídatelné jevy po trati (např. změna počasí) dle schválených parametrů/výkonů letadla a aktuální energie na palubě.

Alternativní cílový vertiport musí vyhovovat parametrům letadla (velikost, únosnost) a letovým vlastnostem a omezením pro přiblížení, přistání a odlet (parametry příletové a odletové tratě, překážky). Stejně tak by takový vertiport měl být vybaven pro řádné odbavení letadla (údržba, nabíjení baterií, palivo, požární bezpečnost atd.).

Dále je v rámci principu CSFL v letovém plánu nutno zohlednit postup a bezpečný dolet a přistání na náhradním vertiportu podél plánované tratě tak, aby vždy při jakémkoliv nenormálním chování (poruše) mohlo, za v té situaci snížených vlastností letadla (zásoba výkonu, zásoba energie, ...), dokončit bezpečně let přistáním na náhradním vertiportu. Vertiport musí být kompatibilní pro vlastní přistání (**MTOW**, velikost FATO, příletová cesta/postupy/překážky). Není podmínka, že takový vertiport/místo přistání musí umožnit odbavení letadla.

V případě letadel MVCA je přiblížení a přistání v takových podmínkách za vidu, a pilot může provést bezpečné přistání i na další předem plánovaná místa vhodná pro přistání MVCA.

Nouzové přistání (emergency landing) předpis neuvažuje, pravděpodobnost je extrémně nízká – SC-VTOI-01 kategorie Enhanced – katastrofická porucha 10-9. O místě pro nouzové přistání rozhoduje pilot na základě aktuální polohy MVCA a možností řízení letadla.



Obr. Principy plánování letu UAM (En-route alternate vertiport for CSFL (continued safe flight and landing)) V šedém poli jsou vertiporty plánované pro

normální odklon letu (normal diversion), v modrém poli jsou plánované vertiporty pro bezpečné přistání v případě jakékoliv závady (CSFL)

3.2.3.3. Letoun MiYa – VZLU

VZLU pracuje na koncepčním návrhu letadla typu UAS – UVCA pro provoz UAM. (e)VTOL (UVCA) **MiYa** je bezpilotní přepravní systém pro komerční dopravu cestujících a nákladu nad hustě zalidněnými oblastmi (UAM) s budoucím schválením v kategorii UAS certified (EU 945/2019) /SC-VTOL-01 kategorie Enhanced. Zdroj energie je na bázi hybridní soustavy, kdy jsou akumulátory doplněny elektrickým generátorem na bázi H2 palivových článků. To umožňuje vysoké návrhované parametry, cestovní rychlost 300 km/h při doletu 300 km a kapacitě 4 cestujících nebo 400 kg nákladů bez pilota na palubě (dle NPA 06/2022 UVCA, DVCA – Part UAM).



MiYa je bezpilotní přepravní systém pro komerční dopravu cestujících a nákladu nad hustě zalidněnými oblastmi (UAM)

Letoun je schopen bezpečného dokončení letu v případě jakékoliv jedné poruchy (single fail resistant) přistáním na vertiportu D=15 m a MTOW 3.2 t (3175 kg), což je uvažovaný standard pro UAM dle EASA PTS-VPT-DNS. Stejně tak i v tomto omezeném režimu je stroj schopen provést manévr přiblížení a přistání na typickém vertiportu dle návrhu této normy (sestup 12,5 %, vertikální přesné přistání z výšky 30 m). Doplnění H2 tlakem 700 bar je výhledově také standard na vybavení budoucích vertiportů, zatím pro nízké TRL této technologie pro letectví návrh předpisů neřeší.

Nejhorší závadou omezující plánování SCFL vertiportů je výpadek elektrického generátoru.

Scénáře při výpadku elektrického generátor v určité fázi letu

Vzlet

Vzlet, rychlost menší než vs1,2, výška cca 100 m

Nejhorším energetickým případem je výpadek generátoru těsně před dosažením minimální rychlosti letu při vztlaku křídla (vs1,2).

Pro takový případ jsou uvažovány následující scénáře bezpečného dokončení letu.

Okamžité přerušení letu a návrat na místo vertiport = místo vzletu
Celkem let min. 2:31 min, rezerva na manévrování ve visu 60 s vis.

Let po trati 1

Výpadek generátoru těsně po dosažení cestovní rychlosti 300 km/h / cestovní hladiny 300 m nad terénem

V rámci stoupání a akcelerace již generátor částečně dobíjí přebytkem výkonu baterie.

Dolet na CSFL vertiport 7,6 km, 2:24 min minimální doba letu, 60 s rezerva na manévrování ve visu.

Let po trati 2

Výpadek generátoru, let cestovní rychlostí 300 km/h/cestovní hladina 300 m nad terénem, plně dobité baterie po uletěné vzdálenosti/době letu 37,2

km/8:40 min dolet/doba letu na CSFL vertiport 16,6 km/4:12 min, plus rezerva 60 s na manévrování ve visu.

Koncept vzniku první sítě vertiportů

K tomu, aby byla služba UAM a VTOL atraktivní, musí poskytovat navazující služby. Je logické, že budou vertiporty s přirozeně vysokým vytížením a na druhém konci vertiporty s daleko menším provozem. Vzhledem k novosti tohoto druhu dopravy budou jakékoliv výpočty provedeny s dosti vysokým faktorem nepřesnosti. Veškeré výpočetní modely, které se k tomu používají, vycházejí z prakticky neexistujících dat z minulosti a všechny průzkumy vedou k nejistým závěrům o skutečném objemu budoucího vytížení jednotlivých vertiportů a tras mezi nimi, jelikož se jedná o naprosto novou situaci v oblasti mobility. Nikdo, ani sofistikované matematické modely, nemohou s určitostí předpovědět, v jaké oblasti zájmu se rozvine nejvíce a jak bude veřejností přijat „masový“ pohyb dopravních prostředků na obloze létající v celkem nízké hladině, jelikož se jedná o zásadní změnu prostředí s neznámým vlivem na lidské chování. Nakonec se asi skoro nikdo nebude starat o to, co mu létá nad hlavou, ale je mnoho faktorů, které se mohou objevit jako nepřijatelné pro různé aktivistické skupiny a bude třeba dělat mnoho opatření, která mohou změnit chování uvnitř systému celé sítě UAM pro přepravu osob nad hustě obydlenými oblastmi.

Předcházející rozvaha (*Principy plánování letu UAM*) vede na konstrukci sítě vertiportů pro stroj typu (e)VTOL MiYa. Od startovacího vertiportu musí být umístěn další vertiport pro emergency landing. Vzhledem k parametrům letounu MiYA (dolet je se značnou rezervou minimálně 10 km.) V oblasti měst může být tento požadavek u velkých měst někdy složitě dosažitelný, v ČR jde však o celkem realisticky splnitelnou podmínku, včetně toho, že to musí být plnohodnotně vybavený vertiport.

Jednou z možností je umístit vertiport na stávajícím letišti. V tom případě může využít stávající zázemí hlavně pro personál a jeho technické zázemí. Bude možná potřeba zajistit i nové prvky, jako nabíječky a baterie, možná kontrolní brány pro identifikaci cestujících a podobně. Takováto letiště se ale bohužel nacházejí na okraji měst a dále od nich. Jsou tak relativně málo dostupná. To bohužel nepodpoří rozvoj UAM směrem k integraci této dopravy do jednotného dopravního systému měst.

Podobně tomu bylo v případě vedení nových tras železnice a poloze nádraží vůči stávajícímu městu na jeho okraji. Dnes jsou ve velké části tato nádraží součástí měst, která je postupem času přerostla. Byla to nádraží, která byla důvodem postupné proměny dotyčné městské struktury. Mnohdy dalo propojení centra města s nádražím podnět ke vzniku nové městské třídy. To mělo své důvody. Byla například daleko menší intenzita automobilové dopravy a chodilo se tedy i více pěšky. Vertiporty pravděpodobně nebudou mít takový výrazný vliv na existující městské struktury ani na změny v jejich funkčních vazbách. I když by některé vertiporty mohly být postupně vysoce vytížené, budou mít jistě vliv na své bezprostřední okolí, ale již asi ne na celé město z hlediska změny jeho urbánní struktury.

Ideální situací je umístění vertiportů do existujících dopravních uzlů a vytvořit další vrstvu dopravní infrastruktury v dané lokalitě.

3.2.4. Studie Vertiport HUB Hlavní nádraží Praha

Praha jako hlavní město a největší město v České republice vytváří nejvíce přijatelné prostředí pro umístění letišť typu Vertiport HUB do mnoha lokalit. Asi jako jedno z mála měst v ČR.

Pro studii Vertiport HUB byla vybrána lokalita Hlavní nádraží. Hlavním důvodem byla lokalita v centru města umístěná nad významným existujícím dopravním uzlem.

Po analýze předcházejícího návrhu vertiportu v této lokalitě, který byl součástí analytické části, jsme zvolili odlišnou polohu umístění vertiportu vůči stávajícímu vlakovému nádraží a jeho kolejišti a nástupním platformám s možností přímého napojení vertiportu na vlakové nádraží do tunelu pod kolejištěm.



Záběr na novou budovu Vertiport HUB Hlavní nádraží (MP, CCF CIIRC)

Studie zpracovaná ing. arch. Michalem Postráneckým představuje návrh dvoupodlažního vertiportu, který může být umístěn nejen nad železnicí jako v předkládané studii, ale také například nad dálničním přivaděčem do města, V dalších obdobných situacích je možné ho použít jako modulární typ tohoto druhu vertiportu.

Vertiport HUB představený v této studii má dle navrženého pomocného kódového označení typů vertiportů označení **1A0_8P(8G)_1D_(0P)_[SL 4]**. Jde o lineární typ vertiportu. Studie předpokládá 8 parkovacích míst (Pads) umístěných před osm Gates (bran). V případě jiné lokality, která neumožní takové množství parkovacích míst včetně Gates je možné jejich množství zmenšit, nicméně musí mít minimálně 4 parkovací místa a stejné množství Gates



Podhled na Hlavní nádraží Praha s vertiportem typu HUB (Zdroj: autor návrhu MP, použit 3D model IPR)

Navržený typ Vertiportu HUB je kromě dvou FATO umístěn do tubusu, takže umožňuje provoz ve chráněném prostředí. Může být rovněž upraven na

polouzavřený typ objektu. Je navržen jako dvoupodlažní, ale je možné ho upravit i na verzi jednopodlažní Vertiport HUB.

Na dané místo byl zvolen lineární typ vertiportu z důvodu tvaru vybrané lokality. Pro maximální prostupnost bylo na jedné straně taxiway umístěno FATO pro přistání a na druhou FATO pro vzlet. To umožní jednosměrný provoz na taxiway. V případě potřeby může dojít k obrácení směru provozu a tím pádem i funkcí obou FATO.

Čtyři až sedm Gates má za úkol plnit parkovací a odbavovací funkci. Jedna z nich je příležitostně určena jako rezervní s možností delšího parkování, nebo pro případ delšího odbavení z důvodů předem známých. Poslední Gate je určena pro převoz nákladu (cargo). Některé z Gates mohou být specificky určeny pro pravidelné linky, jiné mohou být dlouhodobě pronajaty/přiděleny specifickému přepravci, jedna může být dedikovaná VIP klientům, s náležitě upraveným interiérem

Popis objemové studie VertiHUB Praha Hlavák

Objemová studie byla zpracovaná za účelem popisu kapacit Vertiport HUBu. Ve spodním patře je příjezd do objektu vertiportu. Tento konkrétní návrh představuje vertiport umístěný nad stávajícím kolejištěm Hlavního nádraží v Praze. Je propojen vertikálním spojením zajištěným výtahem a eskalátory se schodištěm s příčnou chodbou pod kolejištěm, která propojuje hlavní budovu nádraží s kolejišti a také vede svým druhým koncem na Žižkov. Přes objekt Hlavního nádraží je přístup do metra a k autobusové zastávce MHD i dálkové dopravy, v budoucnosti i k tramvaji. Hlavní nádraží nabízí rovněž stanoviště taxi a přístup vlastním automobilem včetně parkovacích stání. To nabídne ovšem i vertiport.



Pohled na vertiport ze strany FATO pro vzlet.

Přístup do vertiportu

Cestující mohou až do vertiportu dorazit vlastním automobilem nebo taxi službou, stejně tak autobusem. Vzdálenost do odbavovací haly je minimální.

V tomto patře jsou situována krátkodobá parkovací stání pro cestující a parking pro zaměstnance.

Odbavovací hala – Odbavení cestujících

Odbavovací hala slouží primárně pro odbavení cestujících. Bude provedena identifikace cestujícího a bezpečnostní kontrola, včetně kontroly doprovodného zavazadla. Po ukončení procedury cestující vejde do čekací haly.

Při odbavení cestujících je třeba jejich identifikace. Brány na identifikaci cestujícího podle oční čočky a obličeje jsou běžné již dnes. Na některých letištích jsou již dnes instalovány speciální tunely, které plní stejnou funkci a mohou v něm být instalovány další senzory, které například identifikují způsob chůze a podobně. Díky kamerovému systému je tak možné i nadále identifikovat cestující a vyhodnocovat případné atypické chování osob v prostorách letiště. To je nutné nejenom pro zabezpečení prostoru před případným teroristickým útokem, ale lze vyhodnotit i případ náhlé nevolnosti cestujícího, jeho pád na podlahu a podobné situace. Dá se předpokládat, že za deset let bude již detailněji definován způsob užití kamerového systému ve vztahu k GDPR.

VIP přístup a prostory pro čekání

Je pravděpodobné, že část klientely bude vyžadovat VIP služby a odbavení. Proto je vedle odbavovací haly zvláštní vstup do VIP zóny. Ta je vybavena minibarem a pasažéři mohou využít služeb personálního asistenta/tky.

Čekací hala

V této hale je cestující již odbaven a čeká na svůj let. Tento prostor by měl nabídnout nejen interiér s ergonomickým nábytkem pro pohodlný relax v několika zónách. Od tiché zóny, zóny bez dětí a naopak zóny pro cestující s dětmi, malou kancelář, možná i Prayer room a malou knihovnu či meditační koutek.

Halou rovněž v obráceném směru prochází cestující, kteří přiletěli. Ti vychází kontrolovaným způsobem bez možnosti návratu z této zabezpečené a uzavřené zóny do veřejné části a opouští vertiport.



Pohled do čekací haly z letištní plochy směrem do nižšího patra.

Gates - „5 minutes zone“

Každá Gate má svojí vlastní čekací zónu. Je možné, že jedna z těchto Gate bude dedikována pro VIP klienty a jiná pro cestovní kanceláře či organizátory vyhlídkových letů. Gates se nacházejí již ve druhém patře. Do čekacích zón je přístup z čekací haly pomocí eskalátorů, schodiště a bezbariérově i pomocí výtahu. Jsou určeny k přípravě cestujících těsně před odletem. Klient se do ní musí dostavit minimálně pět minut před odletem. Proto je nazvána „5 minutes zone“. Pro vstup do tohoto prostoru je opět nutné projít biometrickou kontrolou. Čekací zóna je vybavena digitálními informačními panely. Rovněž je zde WC.

Nástup/výstup do/z letadla (e)VTOL

Přístup na letištní plochu k letadlu bude cestujícím umožněn po automatickém otevření dveří z 5 Minutes Zone směrem k ploše. To se stane, když je ukončen výstup cestujících z letadla, jejich odchodu z letištní plochy a po provedení kontroly interiéru a technického stavu letadla. Nástupní prostor do letadla je vymezen teleskopickým zábradlím, které je k letadlu autonomně přitaženo plošinami, jež rovněž poslouží jako schod pro nástup do letadla (výškově automaticky nastavitelný dle typu letadla).



Pohled na parkovací místo před odbavovací bránou. Teleskopicky vytahovací zábradlí reguluje pohyb klienta na letištní ploše. Vchod na tuto část plochy je z 5 Minutes Zone. Plošiny jsou robotické a řídí pohyb zábran a zároveň plní funkci vyvýšené nástupní plošiny do letadla, s možností vertikální změny výšky.

Administrativní a technické zázemí vertiportu

Součástí vertiportu jsou samozřejmě i prostory pro administrativní a technické zázemí vertiportu a jejich managementu a obsluhy, a dále prostory určené pro pronájem jiným komerčním subjektům, které poskytují další služby cestujícím. Ve vertiportu bude také umístěno přistávací místo pro malé drony, které budou distribuovat menší zakázky s možností je přeložit na „palety“ do (e)VTOL specializovaných na přepravu cargo. Letiště je vybaveno dostatečným počtem parkovacích stání pro zaměstnance i cestující, kde část je vybavena nabíjecími

stanicemi, v budoucnu místem pro rychlou výměnu baterií, rychlou myčku apod.



Pohled směrem k odbavovacím branám (Gates). Na letištní ploše je mnoho dalších zařízení, jako dobíjecí stanice s mobilní baterií, která autonomně přijede k letadlu, podle jeho typu teleskopickou rukou najde nabíjecí otvor, napojí na něj příslušný kabel a provede proces dobíjení na požadovanou úroveň.



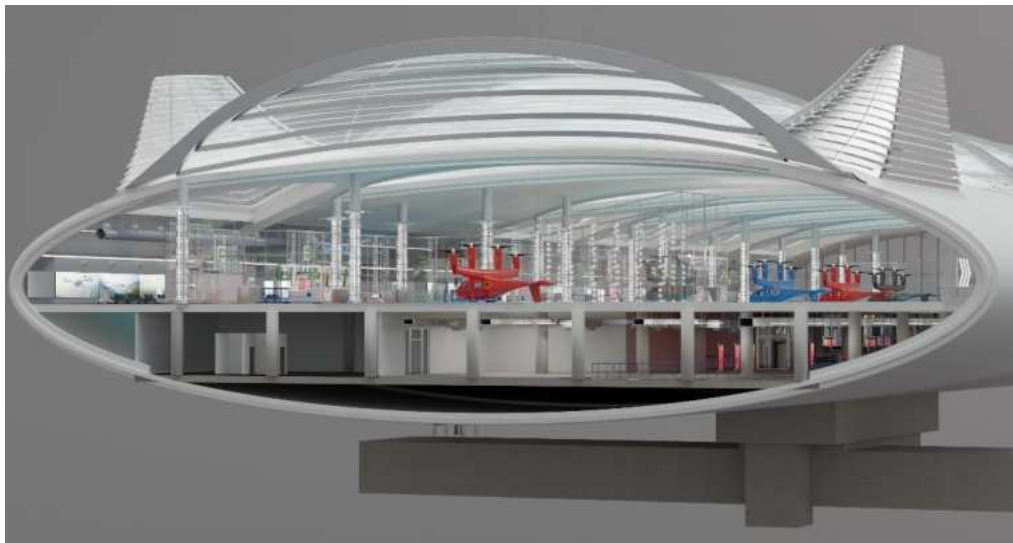
Pohled na parkující letadla před Gates (brány). Vertiport disponuje 8 parkovacími místy (Pads). Každému s nich je dedikovaná samostatná odbavovací brána s takzvanou 5 Minutes Zone. Ta je určena pro cestující, kteří nastupují do letadla. Absolvují krátké školení o nástupu do letadla, letu a chování v době letu. Další instrukce obdrží při první fázi jejich cesty, tedy před odletem z FATO uvnitř letadla (e)VTOL



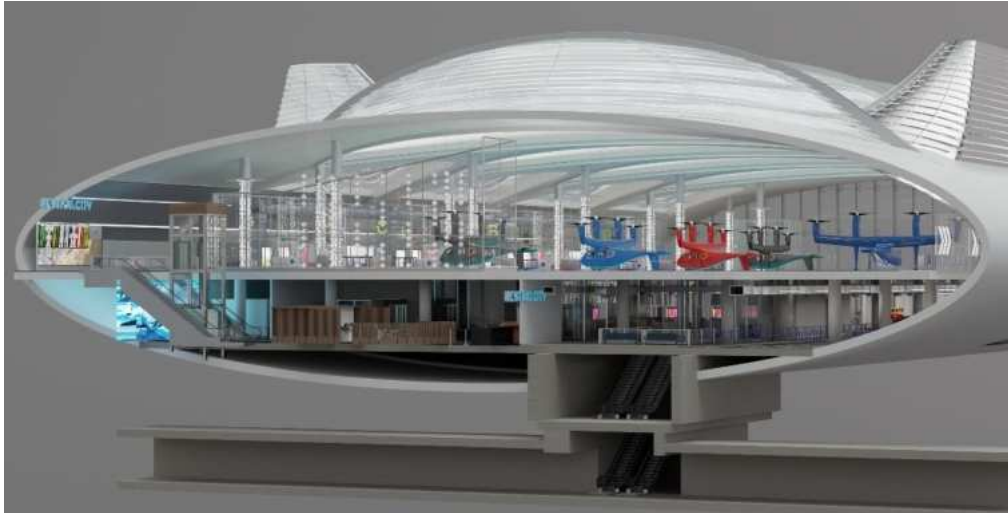
Pohled na příletové FATO na konci taxiway a letadla pojíždějícího na taxiway.



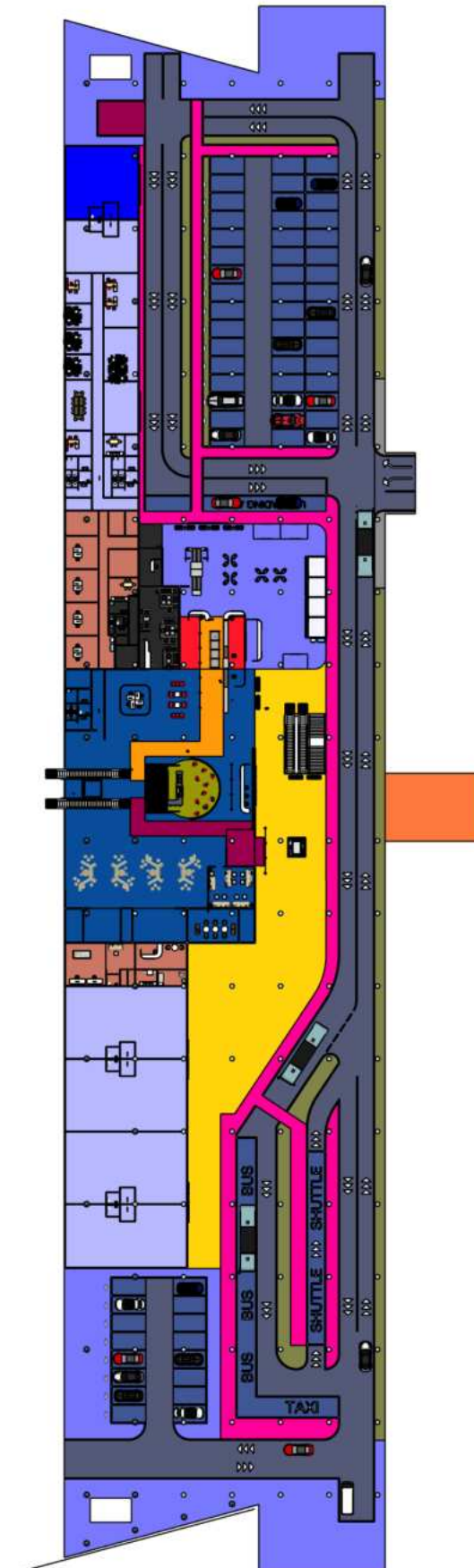
Pohled z FATO určeného pro vzlet směrem do vertiportu. Z mnoha důvodů se řídicí provozu vertiportu může rozhodnout pro změnu směru pohybu na taxiway a obě FATO si tak vymění své funkce.



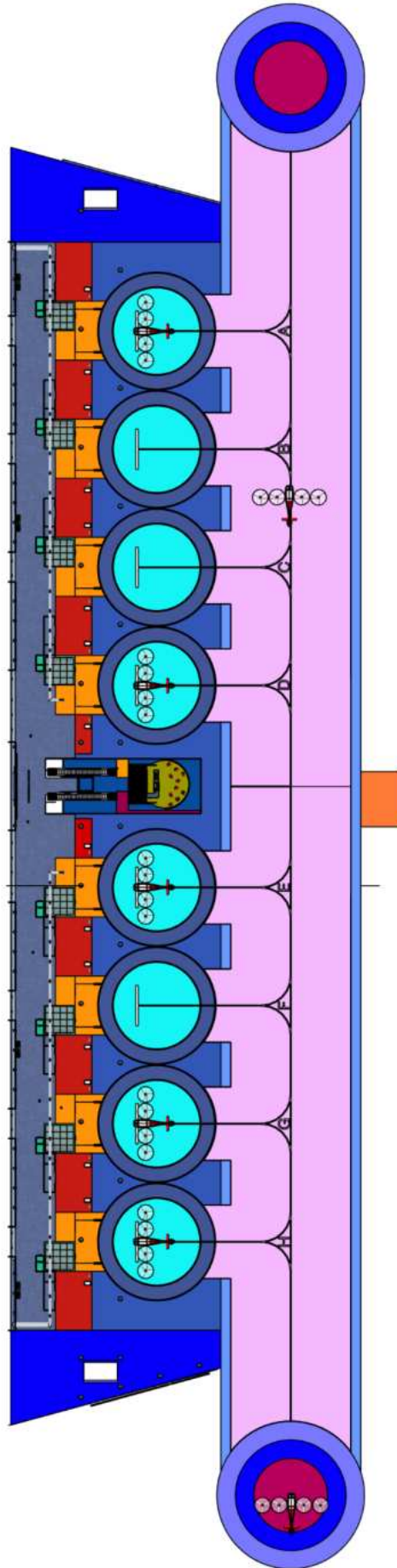
Příčný řez objektem vertiportu před prvním parkovacím místem od FATO pro přílet, s pohledem do objektu. Spodní patro je určeno pro nástup do vertiportu, se stanicemi pro městskou hromadnou dopravu, parkovacími místy, z nichž mnohé jsou vybaveny nabíjecími stanicemi. V tomto prostoru je umístěna většina kanceláří a prostor pro administrativní a technické zázemí vertiportu, odbavení cargo a malých dronů s nákladem do třiceti kg.



Příčný řez objektem vertiportu čekací halou. Eskalátory a výtah zajišťují propojení s horním patrem, kde cestující nastupují a vystupují z letadel (e)VTOL. Řez také dokumentuje vertikální propojení vertiportu (v daném případě) s tunele pod kolejištěm a nástupišti, který je všechny spojuje a umožňuje přístup do haly železničního nádraží, na druhé straně s výstupem z tunelu směrem na Žižkov.



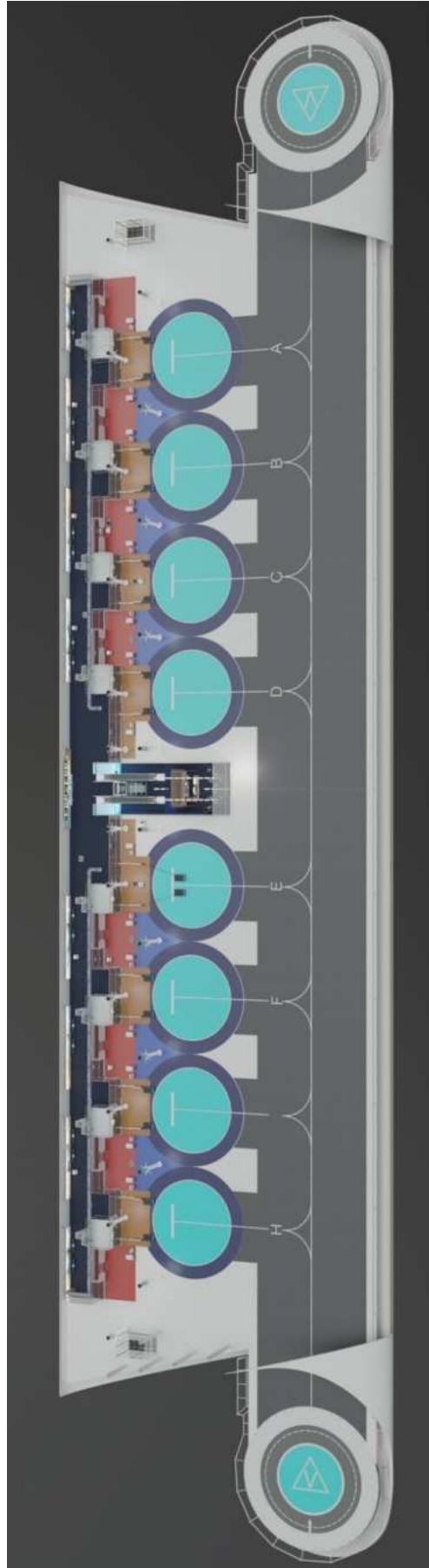
Nástupní (spodní) patro vertiportu



Letištní (horní) patro vertiportu



Nástupní (spodní) patro vertiportu



Letištní (horní) patro vertiportu

3.2.5. Teoretický výpočet propustnosti navrženého Vertiport HUB

Příkladový Vertiport HUB je složen z jednoho FATO, určeného pro přílet VTOL letadel. Druhé FATO je umístěno na druhé straně pojezdové dráhy a je určeno pouze pro odlet VTOL letadel. Všechna letadla (e)VTOL, včetně těch určených pro přepravu cargo, se budou pohybovat v jednom směru od FATO určeném pro přílet k FATO určené pro odlet.

(e) VTOL pro PAX

Propustnost navrženého typu vertiportu pro letadla (e)VTOL určených pro PAX určíme z následujícího teoretického počtu. *Cargo letadla v tomto výpočtu odbavených letadel nejsou započítána. Ta v časovém intervalu pro odlet letadel pro PAX (dále v textu vymezeným) využijí případného časového okna, kdy dostanou v příhodném okamžiku povolení ke vzletu letadla s cargo.*

Mezi těmito dvěma FATO je podél jedné strany pojezdové dráhy umístěno 8 parkovacích míst o průměru 18 metrů včetně bezpečnostní zóny.

Z výpočtu příletového segmentu a odletového segmentu vyplyne maximální propustnost letiště. Limitní pro propustnost vertiportu je časový údaj s vyšší hodnotou, který nám sděluje, kolik letadel může maximálně za jednu hodinu letiště přijmout. Delší časový limit je u příletu.

Tento segment byl vypočten na 90 vteřin. Z toho vyplývá, že při maximálním využití kapacity příletového FATO bude za jednu hodinu maximální propustnost letiště 40 letadel typu VTOL určených pro PAX (pasažéry).

V následujícím zjednodušeném výpočtu získáme tento výsledek.

Předpokládejme provoz na daném vertiportu od 6.00 hod. do 22.00 hod. (kvůli omezení hlukovou zátěží), tedy 16 hodin. Z toho předpokládejme 10 hodin maximálního provozu, se dvěma dopravními špičkami (*dalších šest hodin bude minimální provoz a rezerva pro cargo lety*).

Pokud bychom dokázali vytěžit těchto deset hodin na sto procent, dostaneme následující výsledek:

10 hodin x 40 letadel x 4 cestující = **400 letů** a **1.600** cestujících za jeden den.

Při předpokladu, že v jednom roce bude 300 dní vhodných pro plný letový režim, které opět dokážeme využít na 100 procent, odbaví navržený vertiport **120.000 letů**, tedy minimálně **480.000 cestujících** za jeden rok.

(e)VTOL pro Cargo.

Jedna odbavovací brána je dedikovaná pro odbavení letadel pro cargo (*součástí vertiportu bude i zvláštní sekce, určená pro přílet a odlet dronů přepravujících náklad do celkové hmotnosti 30 kg, logisticky propojená s odbavením větších zakázek – v návrhu lokalizovaná ve spodním podlaží*).

Z odletového FATO je možné odbavit jedno letadlo za cca 60 vteřin. Bylo by tedy možné odbavit ještě maximálně 20 letadel pro převoz nákladů. To by ale při dedikování jedné Gate pro tento účel znamenalo pouze tři minuty na vyložení a naložení nákladu z/do letadla. Letadla budou upravena specificky za účelem převozu nákladu a jeho vyložení a naložení bude prováděno robotickou rukou. Je rovněž nutné čas na taxi letadla do/z odbavovací brány. Časový interval je pro obě operace dohromady cca třicet vteřin. Kontrola letadla bude provedena během manipulace s nákladem. Tím zbývá pouze 2,5 minuty neboli 150 vteřin. Bude-li náklad připraven na jednotných paletách, je to pravděpodobně možné zvládnout. Reálně ale bude na tento proces potřeba podstatně více času, jelikož každé letadlo bude muset projít technickou kontrolou. Náklady mohou být rovněž odbaveny mimo dopravní špičky.

Při podobném výpočtu jako u cestujících, je možné odbavit, v případě cargo typu (e)VTOL, cca i **60.000 letů** ročně a více.

3.2.6. Časové osy pohybu běžného cestujícího v prostorách navrženého vertiportu

Výpočet časové osy běžného cestujícího v prostorách navrženého vertiportu po příjezdu na vertiport.

- **Registrace cestujícího** (pouze poprvé pro registraci biometrických údajů, pokud cestující není již ve sdílené databázi MV) – max. **1.5 minuty**
- **Průchod identifikačně-bezpečnostním tunelem**, zavazadla jdou souběžně na pásu podél tunelu – cca **1 minuta** (včetně vyzvednutí zavazadla)
- **Průchod skrz čekací halou**, eskalátory a cesta chodbou k odbavovací bráně – **2.5 minut**
- **5 Minutes Zone** – do této zóny se musí cestující dostavit minimálně 5 minut před odletem, aby mohl dostat instrukce a připravit se s ostatními cestujícími pro nástup do letadla. Pokud se dostaví později, nemusí být již do této zóny vpuštěn - **5 minut**
- **Nástup do letadla** s usazením se na dedikované místo, uložení příručního zavazadla, fixace cestujícího k sedadlu pro celou dobu letu - **1 minuta**

Časový interval nutný pro překonání trasy mezi vchodem do vertiportu až do otevření dveří na letištní plochu pro nástup do letadla – cca **7.5 až 9 minut**

Výpočet časové osy běžného cestujícího od výstupu z letadla po opuštění zabezpečeného prostoru čekací haly.

- **Výstup z letadla** po automatickém otevření dveří a cesta k otevřené bráně východu z letištní plochy – **30 vteřin**
- **Cesta chodbou**, eskalátory a skrz čekací halu v délce max. 140 metrů, plus 15 sec na eskalátoru – max. **2.5 minut**

- **Opuštění chráněného zabezpečeného prostoru čekací haly (sken obličeje kamerovým systémem pro identifikaci cestujících – ukončení letu –0.5 minuty**

Časový interval nutný pro překonání trasy od výstupu z letadla do opuštění zabezpečeného prostoru čekací haly je – maximálně **3.5 minuty**.

Následuje cesta z vertiportu vlastním dopravním prostředkem, preferovaně městskou hromadnou dopravou, nebo taxi službou.

V případě transferu na jiný let může cestující vyčkat na další let v čekací hale.

3.2.7. Analýza počtu cestujících a dalších osob v prostorách Vertiportu HUB – odhad maximálního vytížení pro návrh vertiportu

Počet cestujících a odhad jejich pohybu v rámci celého Vertiportu v jednom okamžiku (odhad maximálního počtu) je důležitý pro design vertiportu a všech jeho vnitřních částí. Odhad vychází z následujících předpokladů.

- Jedno autonomní (e)VTOL letadlo typu MiYA (VZLU) pojme čtyři cestující.
- Při předpokladu, že všechna letadla na příletu a odletu budou vždy plně obsazena, bude se v každé odbavovací bráně (Gate) v jednom okamžiku pohybovat osm cestujících.
- Pro dodržení časového harmonogramu vzletu jednoho letadla během každých 60 vteřin je třeba, aby bylo ve stálém provozu 6 (až 7) bran pro odbavení cestujících. Při tomto výpočtu maximálního možného počtu cestujících v prostorách vertiportu nezapočítáváme provoz na bráně pro odbavení nákladu. Celkem se v **šesti** odbavovaných branách může pohybovat souběžně až **48 cestujících**.
- Předpokládejme, že by se cestující na vertiport k odbavení dostavili cca 30 minut před vstupem do „5 Minutes Zone“, to je asi 48 minut před odletem. (Tento časový interval nemusí odpovídat realitě, ale je nutné předpokládat podobné chování cestujících, zvyklých na letiště chodit s dostatečným předstihem, protože tento údaj specificky slouží k odhadu velikosti jednotlivých prostor na letišti!). Minimální doporučená doba bude 20 minut před odletem! Z jedné brány odletí letadlo průměrně za 10 minut. Stráví-li na vertiportu mimo odbavovací brány 6 bran (plus 1) cca 30 minut, může být na vertiportu současně v těchto branách max. $(6 \cdot 8 \text{ osob}) = 48 \text{ osob}$ (PAX).
Bude výpočet vypadat následovně. 30 minut v kontrolovaném / zabezpečeném prostoru vertiportu (mimo odbavovací brány) / 10 minut na jednu otočku cestujících * 4 cestující na jednu bránu * 6 bran = **72 cestujících**.

Maximální zatížení vertiportu cestujícími (bez doprovodu) bude souběžně v jednom okamžiku (48 + 72) **120 PAX** ve všech jeho vnitřních prostorách.

Z daného výpočtu rovněž při šesti aktivních odbavovacích branách vyplývá, že například prostory a vybavení pro odbavovací proces cestujících by při takovém vytížení musel být dimenzován na odbavení minimálně 48 lidí každých 10 minut, respektive asi pět cestujících za minutu. Při užití nejmodernějších technologií v době realizace prvních vertiportů by neměl být takovýto objem žádný problém.

3.2.8. Analýza zabezpečení provozu Vertiportu HUB zaměstnanci vertiportu a najatými agenturními pracovníky

Následující předpoklad počtu zaměstnanců a služeb poskytovaných smluvní stranou je důležitý z hlediska znalosti počtu lidí v rámci vertiportu v jeden čas, z čehož může být například určen koeficient pro výpočet povinných (nezbytných) parkovacích míst a dále k výpočtu ekonomických ukazatelů provozu letiště a ostatních služeb.

Analýza počtu zaměstnanců HUB Vertiportu – výpočet

Pro následující výpočet nerozlišujeme mezi zaměstnancem vertiportu či agenturním pracovníkem. Cílem je výčet pracovních pozic. Mnohé pozice bude pravděpodobně možné nahradit roboty. Některé pozice nebudou muset být obsazené celou směnu.

Otevírací doba vertiportu bude pro účel výpočtu **6.00** až **22.00** hod. To je celkem 16 hodin. Nástup na některé z pozic bude nutný již hodinu před otevřením letiště a naopak odchod z pracoviště až hodinu po uzavření vertiportu. Vybrané pozice budou muset být obsazené 24 hodin.

- **Security** – bude monitorována vzdáleně 24 hodin pomocí kamerových systémů a lokálně pomocí robotů a dalších smart technologií, supervize bude zajištěna agenturou pouze v případě nutného výjezdu. **(2)**
- **Policie** – 24 hodin, není součástí pracovních pozic vertiportu, ale je zajišťována městem **(0)**
- **ID/Ticketing/Check-in Crue** – bude zajištěno smart technologiemi (tunel, smart badge, kamery, skenery, ...), bude nutná supervize člověkem **(1)**
- **Cleaning Crue** **(2)**
- **Facility** – technická podpora (electrician, mechanical, ...) **(2)**
- **Info / Lost and Found**, podpora pro doručení nadbytečných a atypických zavazadel – osoba s kombinovanými funkcemi, přítomna v zázemí vertiportu, na výzvu. **(1)**
- **První pomoc** – zdravotník - **(1)**
- **Obsluha VIP klientů** - **(2)**
- **Cafe bar lobby** - (občerstvení s obsluhou) teoreticky může být plně robotický bar, ten ale potřebuje supervizora na místě **(1)**
- **Airport Admin** – manager a admin letiště **(2)**
- **Airport Traffic** – lokální dispečink tým, supervize se schopností převzít řízení provozu **(2)**

Zaměstnanci provozu na letištní ploše

- **Požární ochrana - (1)**
- **Gate** Boarding/Un-boarding podpora (supervize), jedna osoba na aktivní odbavovací bránu max. (7)
- Letištní plocha – Power Grid manažer (1)
- Letištní plocha – údržba letadla, mechanik (8)
- Letištní plocha – technická podpora, údržba plochy kromě robotů (1)
- Cargo / pošta – není součástí pracovníků zajišťovaných vertiportem (2)

Celkový počet zaměstnanců souběžně přítomných v prostorách vertiportu může být v době normálního provozu cca **36 osob**. Tento počet může být dočasně vyšší v průběhu střídání směn.

Ve vztahu k počtu parkovacích míst bude snad již za deset až patnáct let normální, že zaměstnanci budou motivováni k nepoužívání vlastních aut k dopravě na pracoviště s potřebou parkovat v místě zaměstnání. Proto by vytižení parkovacích míst zaměstnanci mělo být regulováno a tím pádem i minimální, nemělo by překročit v centru měst více než 20 procent.

3.2.9. Smart vertiport – digitální dvojčata, roboti, automatizace a autonomně řízené procesy v rámci vertiportů

„Smart vertiporty“ budou součástí Smart city, konceptu digitalizovaného prostředí, vzájemně propojených městských subsystémů, technické infrastruktury a procesů.

Pro organizaci a kontrolu mnoha procesů tohoto složitého multiagentního systému budou užita tzv. digitální dvojčata. Z mnoha důvodů, jako je zvýšení bezpečnosti na letišti a v jeho okolí, logistika procesů a její optimalizace, energetické úspory, minimalizace užití lidských zdrojů (*menší chybovost, rovnoměrný výkon, funkční využití skoro 24/7*), řízení procesů vzdáleně. V neposlední řadě je to ekonomická stránka, kdy se budou vždy hledat maximální úspory na provoz vertiportů a poskytovaných služeb v rámci UAM bez vlivu na její maximální kvalitu.

Optimalizace provozu pomůže rovněž ke zvýšení průchodnosti letišť, šetrnějšímu užití energetických zdrojů a navýšení ochrany životního prostředí při zvýšení pohodlí cestujících i pracujících vertiportu.

Užití digitálních dvojčat s napojením na softwarové řešení s podporou AI rovněž poslouží pro řešení jednotlivých kritických situací, optimalizaci procesů na landside straně, pro kontrolu flow pasažérů a případných konfliktních situací jednotlivců či skupiny, kompletní kontrolu technické infrastruktury s ovládním jejich jednotlivých subsystémů a předvídáním opotřebování jejich jednotlivých částí pro včasnou výměnu před okamžikem selhání, pro kompletní facility management a management dalších událostí a akcí na vertiportu a jeho nejbližším okolí. Umělá inteligence bude umět vytvořit a následně aplikovat potřebné scénáře pro řešení vybraných situací. Vše, co bude potřeba, bude

možné vizualizovat v propojeném, obsluhu vizuálně a uživatelsky přívětivém prostředí.

Za deset a víc let se dá předpokládat značný pokrok v technologiích pro zobrazování dat, informací a procesů ve trojrozměrném prostředí. Ve spojení s kamerovým systémem a pokročilým softwarem bude možné augmentovat digitálně zpracovaná data do reálného prostředí. Důležitý je fakt, že řízení mnoha procesů bude prováděno vzdáleně, avšak bude možné, aby jednotliví operátoři, ať již to bude člověk, nebo robot, byli virtuálně teleportováni a mohli spolu komunikovat, jako by spolu sdíleli společnou jednací místnost, případně jako by všichni byli současně přítomni v prostoru vertiportu a jeho okolí.

Digitální dvojčata mohou hrát důležitou roli při vzletu a přeletu letadel (e)VTOL z/k vertiportu a dalších přistávacích místech (emergency pad). Dá se předpokládat, že s integrací UAM do městských systémů budou využita všechna dostupná 3D prostorová data o objektech a líniových infrastrukturních vedeních vzduchem (sloupy a rozvody elektrického napětí a podobně). V okolí vertiportů a dalších objektů kritické infrastruktury, mezi níž vertiporty budou patřit, budou zpracovaná s větším detailem. Databáze bude přístupná všem létajícími prostředkům v rámci UAM a bude v častých intervalech obnovována.



VR a AR umožní vzdáleno kontrolu a řízení procesů a komunikaci s ostatními stakeholdry účastnících se na provozování vertiportů a UAM.



Vouse's Digital Twin of Changi Airport - Aplikace digitálního dvojčete získává data z letištního serveru a v téměř reálném čase je zobrazuje i s vybranými daty, která chceme sledovat. Zde je ukázka monitoringu provozu na letištních přivaděčích a intenzitě dopravy. Ukázka je z roku 2021.



Tento obrázek znázorňuje detail s airside prostoru a sleduje provoz v jednotlivých Gates, s možností zobrazit všechna možná data o letadlech. Data je možné vidět i zpět v čase (posunem zpět na časové ose) a analyzovat vše, co je potřebné. Digitální dvojčete může rovněž sloužit ke školicím účelům a nácviku různých operací.

Toto vše se ale stane postupně a aplikace tohoto konceptu zabere možná dalších 10 až 20 let a více. Mnoho funkcí a procesů, hlavně u malých typů vertiportů bude jistě zpracováno v nějaké formě digitálního dvojčete určitě dříve a bude postupně zdokonalováno.

Automatizace, robotizace a aplikace autonomních systémů s podporou AI pro provoz a kontrolu bezpečnosti na letištích je naprosto nezbytná. Na rozdíl od (e)VTOL letadel, vertiporty (objekty a zařízení pozemní technické infrastruktury, umožňující, zabezpečující a podporující jejich provoz) však asi nikdy nebudou, možná kromě nejmenších typů vertiportů, stoprocentně autonomně provozována a řízena. V dohledné době budou periodicky aktualizovány předpisy a regulační podmínky pro tento druh dopravy a infrastruktury a budou

jistě následně upravovány i směrem k možnosti provozu plně autonomních VTOL, jejich obsluhy a pozemní infrastruktury. Dá se předpokládat, že v nich bude explicitně upraven i požadavek na kontrolu některých autonomních procesů člověkem, hlavně při vizuálním a verbálním styku s klientem.

Na letištích bude jistě v celkem blízké budoucnosti přítomno mnoho robotů, které budou rovněž v přímém kontaktu s lidmi, někteří z nich budou za deset let vypadat jako lidé, nicméně věříme, že člověk nebude moci být v procesu odbavení klienta, hlavně v okolí letadla, (UAV) plně nahrazen. Je to otázka nejen technická, ale i psychologická, která bude hrát naprosto zásadní roli při akceptaci tohoto druhu dopravy.

Roboti již dnes začínají být viditelně přítomni na letištích hlavně většího typu. Stanou se však naprosto přirozenou součástí všude okolo nás a tedy i na vertiportech.

3.2.10. Kontrola a údržba letadla (e)VTOL před odletem

Na obsluhu letadla (e)VTOL - v průběhu výstupu a nástupu bude v případě nutnosti minimální čas. Ten může být mezi 8 – 10-ti minutami.

Pokud letadlo nenabíjí (nemusí pokaždé, pokud má dostatečnou kapacitu energie na palubě pro další let včetně rezervy) může být i méně, driver je výstup, kontrola/úklid kabiny, nástup, pre-flight briefing cestujících (může probíhat i rámci taxi) tak teoreticky méně, nabíjení typicky 5 až 12 min (12 min. typicky MiYa, 70% kapacity baterií – limit je tam max. akceptovatelný nabíjecí výkon pro daný typ baterií v současnosti, bude se vyvíjet...). Proto bych pracoval s průměrnými odhadnutými časy.



[<https://media1.sevendaysvt.com/sevendaysvt/imager/u/blog/36730882/business2-1-c89b7d440467da4b.jpg?cb=1680220949>]

Robotické systémy a zařízení

V prostorách letiště bude operovat čím dál tím více robotických zařízení, která budou sloužit od úklidu po komunikaci s klientem. Pomalu přeberou různé funkce při obsluze cestujících, poskytování informací a krátkému školení, jak se chovat v letadle a okolo něj a při nástupu a výstupu. Podle profilu klienta mu mohou nabízet i personalizovanou reklamu a další služby v rámci vertiportů a UAM, nebo se starat o jejich entertainmentu a nabídnout mu občerstvení. Případně mohou i pomoci lidem s handicapem.



Další robotická zařízení se budou vyskytovat na airside letiště. V případě návrhu Vertiport HUB Praha Hlavní nádraží například předpokládáme s robotickou plošinou, která bude uzpůsobena na autonomní přesun bateriového úložiště, které se bude v pozici u nabíječky dobíjet. Při zaparkování letadla přejezdí podle pokynů o typu letadla do maximální blízkosti k jeho části s patřičnou zásuvkou a teleskopickou rukou provede připojení a začne nabíjecí proces baterií v letadle. Po ukončení se vrátí na své místo a automaticky se dobíjí.

Na obrázku je případ robotických rukou, které se v tomto případě starají o Defrosting“ letadla. Mohou ale nést i skenovací zařízení na detekci závad na ploše letadla či nástroje pro jiné činnosti, včetně mytí letadla.



MSG Aviation to build the world's largest robot at Oslo Airport. (Zdroj: <https://www.airsideint.com/msg-aviation-to-build-the-worlds-largest-robot-at-oslo-airport/>)

3.3. Implementační část

Předpokládáme, že Ministerstvo dopravy nechá zpracovat dokumenty pro strategický rozvoj UAM a s tím související strategický rozvoj páteřní sítě pozemní infrastruktury pro UAM na základě, kterého by mohl provádět další rozhodnutí pro úspěšný rozvoj UAM hlavně v oblasti přepravy osob a nákladu pomocí dopravních prostředků VTOL v České republice s provázáním na rozvoj podobné UAM infrastruktury v EU a hlavně v sousedních státech.

Je nutné iniciovat integraci UAM do systému kritické infrastruktury.

3.3.1. Legislativa a ostatní dokumenty

Pro rozvoj UAM v ČR bude třeba, aby MD nechalo doplnit následující materiály a další, s nimi související:

- Rozvoj dopravní infrastruktury do roku 2050
- Dopravní politika České republiky pro období 2021–2027 s výhledem do roku 2050
- Implementační plán k Akčnímu plánu rozvoje inteligentních dopravních systémů (ITS) v ČR do roku 2020 (s výhledem do roku 2050)
- Nová politika transevropské dopravní sítě (TEN-T)

Bude nutné implementovat všechny předpisy vydané agenturou EASA do všech předpisů v budoucnosti vydaných v ČR

Bude třeba připravit nový předpis regulující provoz a výstavbu vertiportů (vycházející z předpisu L 14 pro Heliporty)

Poznatky z této Metodiky a dalších studií bude potřeba zahrnout do vyhlášek a předpisů pro umístění staveb do území a pro povolování staveb, případně do místních stavebních vyhlášek.

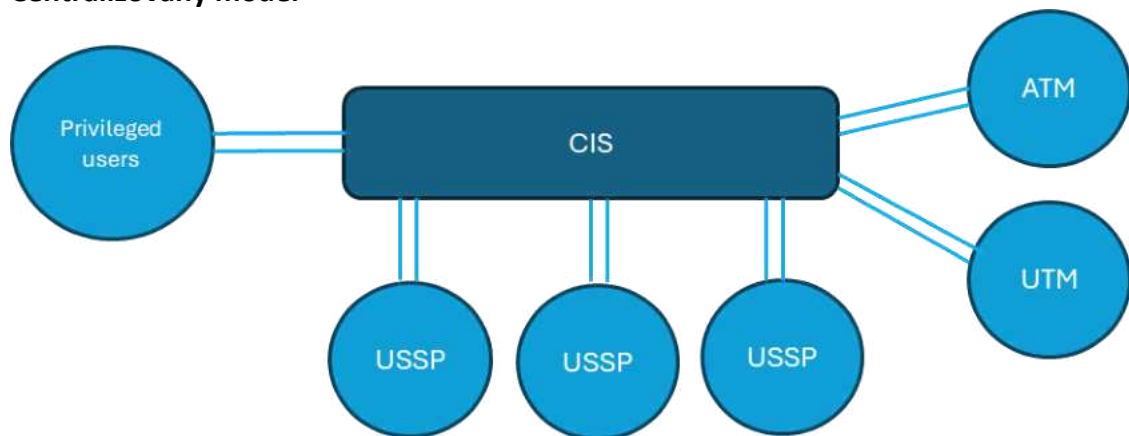
Bude nutné doplnit stávající územní plánovací dokumentaci o prvky této nové pozemní infrastruktury, včetně související podpůrné technické infrastruktury.

Provoz ve sdílených prostorech UAM 2.0 a U-space

Protože Vertimove je zaměřen na etapu UAM 2.0, kdy bude UAM pro zvýšení kapacity a snížení nákladů využívat vysokou míru automatizace, je uvažován v projektu Vertimove provoz bezpilotních létajících prostředků eVTOL za podmínek integrovaného řízení letového segregovaného prostoru UAM 2.0 se zabezpečenou vysoce kapacitní komunikací. Takový systém monitorování a řízení vzdušného prostoru umožní mimo jiné i koordinaci provozu U-space a UAM 2.0 v průniku obou oblastí, okolí vertiportů do výšky 400 ft AGL. Z důvodů dynamiky a specifik letových výkonů/vlastností letadel eVTOL UAM (MTOW do 3175 kg) proti malým UAV (EU 2019/945 a 2019/947) kategorie open a specific musí mít taková letadla prioritu pro let ve sdíleném prostoru a zamezení kolize s UAV musí být zajištěno zamezením vstupu UAV do takového prostoru a kontinuální monitoring takového prostoru UTM a USSP. Zde se jeví řešením vytýčit oblast průniku koridoru a U-space v okolí vertiportů

se zákazem vstupu malých UAV v režimu U-space. Zákaz letu UAV v definovaném prostoru může být i časově určená, jako kratší časově omezené sloty dle plánu provozu UAM organizované UTM. UTM publikuje tyto zóny a časy v informačním systému sdíleném s CISP. Pro integraci UAM/UTM se jeví dále uvažovat centralizovaný model, kdy centrálním bodem informací bude CISP. CISP zajistí další komunikaci s USSP. USSP poskytuje tuto informaci provozovatelům UAS v dané oblasti (služby Geo-Awareness Service a Flight Clearance Service). Centralizovaný model zajistí i integraci s poskytovateli služeb ATM, pokud takový vzdušný prostor sousedí nebo je sdílen s UTM a U-space.

Centralizovaný model



3.3.2. Zapojení dalších ministerstev

Vzhledem k potřebě změn v územně plánovací dokumentaci a doplnění regulativů v rámci Stavebního zákona bude nutná součinnost v rámci MMR, jelikož to bude muset dát příslušným městům a obcím pokyn pro provedení požadovaných změn. Dotčené kraje a města budou samozřejmě chtít znát, kdo tyto změny v UPD (Územně Plánovací Dokumentaci) zaplatí. Tento ekonomický faktor může paradoxně být kritickým bodem při rychlé realizaci pozemní infrastruktury v rámci městských systémů.

Dalším z ministerstev, které bude třeba zapojit pro spolupráci je Ministerstvo Průmyslu a obchodu a v jisté míře i Ministerstvo životního prostředí.

3.3.3. Zapojení a role krajů a měst

Všechny kraje a krajská města by měla ve Strategickém plánu rozvoje páteřní sítě pozemní infrastruktury pro provoz UAM zahrnout jako jeden z „Nods“ druhé úrovně. Některá z nich budou zařazena do úrovně nejvyšší. Proto je jejich účast na tvorbě budoucího plánu nutná minimálně na úrovni konzultačního týmu. Budou muset nechat zpracovat patřičné změny v územních plánech včetně podpůrné technické infrastruktury.

Kraje i města by měla mít zájem, aby vertiporty byly navrženy a realizovány na jejich pozemcích. V jiném případě budou muset spolupracovat s dalšími subjekty nebo

přistoupit k výkupu pozemků. Tento proces může být opět důvodem k mnohým procesním zpožděním při rozvoji potřebné pozemní infrastruktury.

3.3.4. Zapojení soukromého sektoru – privátní Vertiporty

Privátní sektor bude jistě hrát důležitou roli při výstavbě privátních vertiportů, které mohou hrát důležitou roli pro emergency landing. Větší množství vlastníků letadel (e)VTOL pomůže navýšit provoz i na veřejných vertiportech.

4. Novost postupů

Urban Air Mobility je koncept, o kterém se již dlouho mluví, ale až současný technický pokrok ho umožní realizovat a plně rozvinout do praxe. Bude to však tak významný vizuální zásah do veřejného prostoru, i když směrem vertikálním, že si vyžádá naprostou změnu v lidském chápání připouštějící tento, po století sci-fi, koncept dopravy.

Akceptace konceptu Urban Air Mobility bude velmi kritickým okamžikem pro její implementaci do městských systémů. Představa, že lidem bude v některých místech nad městem (hlavně v blízkosti lokalit vertiportů) a jejich hlavami létat v relativně krátkých intervalech letadla (e)VTOL, může mnoha občanům měst připadat šílená. Může to v nich vyvolat až pocit deprese a strachu. Podobně, jako se báli chodci prvních aut. Pro mnohé to bude neakceptovatelně silný invazivní prvek do jejich životního prostoru. V dešním liberálním světě se dá předpokládat, že v některých městech budeme svědky aktivistického bojovného vzdoru. Někteří možná budou argumentovat „sky smogem“, jiní narušením životního prostředí přesto, že se bude jednat o udržitelný typ mobility.

Tento naprosto nový prvek, v budoucnosti jistě integrovaný do jednotného dopravního systému, může podobně u politických představitelů měst vyvolat bezradnost a nebudou se umět rozhodnout, jak reagovat na tuto novou situaci. V současnosti vidíme podobnou bezradnost při akceptaci, měřítkem nesrovnatelně menším, konceptu curbside mobility v podobě skútrů/koloběžek.

Některá města tento druh mobility proto raději úplně zakázala. Přitom ta samá města volají po odstranění aut z center a jejich návrat lidem a zeleni. To je naprosto úctyhodná teorie, ale pozdrzet technologický rozvoj je možné, ale zastavit jej je, jako plavat proti proudu těsně nad niagarskými vodopády.

5. Popis uplatnění certifikované Metodiky

Informace z této Metodiky by měly posloužit k pochopení problematiky UAM s ohledem na problematiku umísťování nového typu urbánních struktur – vertiportů do městských systémů a jejich organizaci. Měla by dále pomoci při stanovení prvních regulativů pro stavbu vertiportů v městských systémech i mimo nich.

Měla by sloužit jako studijní materiál pro pracovníky ministerstev, krajů a měst, kteří mají ve svém referátu územní rozvoj, pro rozvalu nad implementací UAM a integrací pozemní infrastruktury - vertiportů do urbáních systémů v jimi spravovaném území.

Metodika by měla být využita při přípravě zadání pro zpracování strategického plánu rozvoje UAM v ČR a s tím související pozemní infrastruktury.

Metodika by měla rovněž sloužit jako studijní materiál pro architekty a další osoby zainteresované na budoucím rozvoji tohoto segmentu urbáních systémů.

6. Ekonomické aspekty – financování

Vznik celostátní páteřní sítě pozemní infrastruktury by měl být iniciován státními orgány. Bude třeba najít investice na plánování strategické a první zkušební struktury vertiportů na základě výsledků strategického plánu. Podporu pro výstavbu a rozvoj sítě vertiportů by jistě bylo vhodné hledat v některém z rozvojových fondů EU. Jelikož je UAM většinou označována jako udržitelná mobilita, jistě bude možné požadovat dotace například z tzv. Green Deal a podobných programech, rovněž v rámci podpory výstavby kritické infrastruktury se záměrem zvýšení resilience státu, krajů a městských systémů a v neposlední řadě z fondů směřovaných na podporu digitalizace veřejného sektoru. Významnou roli v rozvoji hlavně druhé a třetí úrovně celostátní sítě pozemní infrastruktury, specificky vertiportů a inženýrských sítí s tím spojených, bude hrát privátní sféra.

6.1. Dotace z programů EU

Zastřešující portál Evropských strukturálních a investičních fondů v ČR Zdroj: DotaceEU.cz <https://www.dotaceeu.cz/cs/evropske-fondy-v-cr/kohezni-politika-po-roce-2020/programy>

V současném okamžiku lze využít programu pro období 2027 a najít v nich finance na zpracování potřebných strategií, plánovací dokumentace, pilotních projektů a první infrastruktury podporující rozvoj budoucí udržitelné UAM.

Unijní programy 2021-2027

Unijní programy podporují celou řadu potřebných oblastí. Na rozdíl od národních programů, které financují projekty z fondů EU ve sdíleném řízení a které jsou spravovány na národní úrovni, jsou unijní programy spravovány Evropskou komisí. Ta u většiny programů vypisuje výzvy, určuje jejich rozpočet a termíny.

Inovace, sítě a jednotný trh

Horizont Evropa (HE)

Nástroj pro propojení Evropy (CEF2)

Program Digitální Evropa (DEP)

Program pro jednotný trh (SMP)

Oživení a odolnost

EU pro zdraví (EU4Health)

Nástroj pro technickou podporu

Životní prostředí a klima

Program LIFE

6.2. Národní programy v ČR

Vedle unijních programů je možné evropské prostředky čerpat také v operačních programech spravovaných na národní úrovni.

Přehled programů v období 2021-2027, které jsou spolufinancovány z fondů Evropské unie.

Operační program Doprava 2021-2027

Řídící orgán: Ministerstvo dopravy

Základním výchozím dokumentem pro tvorbu Operačního programu Doprava 2021–2027 je Národní koncepce realizace politické soudržnosti v ČR po roce 2020. Jako strategický cíl si v této koncepci Česká republika vytyčila „Efektivní dostupnou a k životnímu prostředí šetrnou dopravu“.

Pro Českou republiku je jednoznačnou prioritou rozvoj páteřní, příměstské a městské dopravní infrastruktury a udržitelné dopravy, což umožní lepší propojení mezi regiony, potažmo České republiky s ostatními státy EU. Dalšími tématy jsou udržitelná celostátní a regionální mobilita v silniční a železniční dopravě a alternativní paliva.

Program má tři věcné priority a čtvrtá je určena pro Technickou pomoc.

(oblast udržitelná mobilita)

Integrovaný regionální operační program 2021-2027

Řídící orgán: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR

Integrovaný regionální operační program (IROP) v období 2021-2027 navázal na program IROP v předchozím sedmiletém období. Prioritou programu je vyvážený rozvoj území, zkvalitnění infrastruktury, zlepšení veřejných služeb a veřejné správy a zajištění udržitelného rozvoje v obcích, městech a regionech.

(oblasti Rozvoj dopravní a zelené infrastruktury, Rozvoj městské mobility (dopravní terminály))

Operační program Technologie a aplikace pro konkurenceschopnost 2021-2027

Řídící orgán: Ministerstvo průmyslu a obchodu

Operační program Technologie a aplikace pro konkurenceschopnost (OP TAK) je přímým nástupcem končícího Operačního programu Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost (OP PIK). Pro nové období je stěžejním programem pro podporu českých podnikatelů.

Finanční prostředky mohou žadatelé využít na spolufinancování podnikatelských projektů v oblasti výzkumu, vývoje a inovací, digitalizace a na digitální infrastrukturu, rozvoj podnikání, chytrou a udržitelnou energetiku a cirkulární ekonomiku.

Operační program Životní prostředí 2021–2027

Podpora environmentálních projektů pokračuje prostřednictvím Operačního programu Životní prostředí i v období 2021–2027. Z minulého období zůstala velká část podporovaných aktivit, k tomu nově program přináší snadnější realizaci komplexních projektů, větší důraz na adaptaci na změnu klimatu, podporu vzdělávání, prevenci vzniku dalších typů odpadů jako jsou potravinové odpady, textil nebo odpady ze zdravotnictví apod. (oblast Opatření v oblasti energetické účinnosti)

7. Seznam informačních zdrojů

1. **Begault Durand R.** (NASA Ames Research Center), „Methods for Recording and documenting Ambient Environmental Sound for use in Listening Tests“, NASA, 09/2021, 2)
2. **Bottcher Jan**, „Noise Certification Workshop session 2: Aircraft Noise Certification“, Luftfahrt-Bundesamt, Braunschweig, Germany, 20.-21.10.2004,
3. **Bradford Steve** – chief scientist, „Concept of operations v1.0 - Urban Air Mobility“, NextGen, 26.6.2020
4. **Butterworth-Hayes Philip**, „So. You want to fly a drone over our community? A simple guide for European local authorities considering planning drone flights over people“, Urban Air Mobility News, 02/2020, URL: <https://www.unmannedairspace.info/wp-content/uploads/2020/03/UrbanGuideCommunityV1.pdf>
5. **Deloitte Consulting LLP**, „UAM Vision Concept of Operations (ConOps) UAM Maturity Level (UML) 4 - version 1“,
6. **Demand analysis in urban air mobility: A literature review**, Journal of Air Transport Management, Volume 112, September 2023, 102436, Qi Long, Jun Ma, Feifeng Jiang, Christopher John Webster
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969699723000790>
7. **Dickson Neil**, „Aircraft Noise Technology and International Noises Standards“, ICAO Air Transport Bureau, 2015; URL:
https://www.icao.int/Meetings/EnvironmentalWorkshops/Documents/2015-Warsaw/3_2_Aircraft-Noise-Technology-and-International-Noise-Standards.pdf
8. **DotaceEU.cz**, Zastřešující portál Evropských strukturálních a investičních fondů v ČR, <https://www.dotaceeu.cz/cs/evropske-fondy-v-cr/kohezni-politika-po-roce-2020/programy>
9. EASA Opinion No 03/2023, <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/opinions/opinion-no-032023#:~:text=This%20Opinion%20puts%20forward%20the,foster%20and%20promote%20their%20acceptance>
10. **European Union Aviation Safety Agency**, Comment – Response Document 2020-06, 6/2020, URL: <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/comment-response-documents>
11. **European Union Aviation Safety Agency**, Notice of Proposal Amendment 202-06, 6/2020,
12. **European Union Aviation Safety Agency**, „Vertiports – Prototype Technical Specifications for the Design of VFR vertiports for Operation with Manned VTOL-Capable Aircraft Certified in the Enhanced Category“, 3/2022

13. . **EU Science Hub**, “The future of Cities- Opportunities, Challenges and the Way Forward”, European Commission’s science and knowledge service, <https://urban.jrc.ec.europa.eu/thefutureofcities/>
14. **Fontaine Paul**, „UAM Concept of operations v2.0“, Federal Aviation Administration – office of NextGen, 26.4.2023, URL: https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/Urban%20Air%20Mobility%20%28UAM%29%20Concept%20of%20Operations%202.0_0.pdf
15. **Hietanen, S. 2014**, ‘Mobility as a Service’ – the new transport model? ITS & Transport Management Supplement. Eurotransport, Vol. 12(2), pp. 2-4. http://www.itsineurope.com/its10/media/press_clippings/ITS%20Supp_et214.pdf. Accessed 1 April 2022.
16. **Infrastructure And Environment Executive Agency**, „Drones and Sustainable UAM“, European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency, URL: https://inea.ec.europa.eu/publications/drones-and-sustainable-urban-air-mobility-uam_en
17. **International Civil Aviation Organization**, „Environmental Technical Manual – Volume I – procedures for the Noise Certification of Aircraft“, , 3rd edition, 2018, URL: <https://store.icao.int/en/environmental-technical-manual-volume-1-procedures-for-the-noise-certification-of-aircraft-doc-9501-1>
18. **International Civil Aviation Organization**, Environmental protection – Annex 16 – Volume I Aircraft Noise – First edition; 3/2017, URL: https://www.icao.int/ESAF/Documents/meetings/2023/ICAO%20-%20CASSOA%20-%20RCAA%20ENVIRONMENT%20Workshop%2023-26%20May%202023/PPT03_Annex%2016_Vols_I_III.pdf#search=Annex%2016
19. **International Civil Aviation Organization**, Environmental Protection - Annex 16 - Volume IV Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA), 10/2018, URL: <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/SARPs-Annex-16-Volume-IV.aspx>
20. **International Civil Aviation Organization**, „Environmental Protection - Annex 16 - Volume III CO2 Certification requirement“, 3/2017, URL: https://www.icao.int/ESAF/Documents/meetings/2023/ICAO%20-%20CASSOA%20-%20RCAA%20ENVIRONMENT%20Workshop%2023-26%20May%202023/PPT03_Annex%2016_Vols_I_III.pdf#search=Annex%2016
21. **International Civil Aviation Organization**, „Environmental Protection - Annex 16 - Volume II Aircraft Engine Emissions“, 7/2017, URL: https://www.icao.int/ESAF/Documents/meetings/2023/ICAO%20-%20CASSOA%20-%20RCAA%20ENVIRONMENT%20Workshop%2023-26%20May%202023/PPT03_Annex%2016_Vols_I_III.pdf#search=Annex%2016
22. **International Civil Aviation Organization**, „Environmental Protection - Annex 16 - Volume I Aircraft Noise - Sixth Edition“, 7/2011
23. **International Civil Aviation Organization**, „Environmental Protection - Annex 16 - Volume I Aircraft Noise - Third Edition“, 7/2018
24. **International Civil Aviation Organization**, „50 years of Annex 16 - the Special Meeting on Aircraft Noise in the Vicinity of Airports“, URL: https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/EnvironmentalReports/2019/ENVReport2019_pg39-43.pdf

25. **Kauffman Jake**, „Making UAM vehicles quieter during takeoff, landing“, Aerospace Manufacturing and design, 06/2023, URL: [Making UAM vehicles quieter during takeoff, landing - Aerospace Manufacturing and Design](#)
26. **Kariuki Jeremy**, „The Top four issues Facing the Future of eVTOLs“, 29.9.2021, URL: <https://www.flyingmag.com/four-issues-evtol-future/>
27. Kloock-Schreiber Daniel, Swaid Majed, Lütje Christine, Massel Enrico, Gollnick Volker, A Modular Design Concept for Vertiports in Urban Air Mobility Systems, September 2022, Conference: Proceedings of the 10th International Conference on Mass Customization and Personalization -- Community of Europe, MCP-CE 2022, Volume: 10, At: Serbia, Novi Sad, <https://mcp-ce.org/wp-content/uploads/2022/10/14.pdf>
28. **Lavars Nick**, „Natilus freight drones blended wing design packs in 60% more cargo“, 31.1.2022, URL: <https://newatlas.com/aircraft/natilus-freight-remotely-piloted-blended-wing-drone/>
29. **MD ČR Úřad pro civilní letectví**, „Letecký předpis Heliporty L14H“, 14.11.2013
30. **MD ČR – Úřad pro civilní letectví**, „Letecký předpis Heliport L14H“, 31.12.2020, URL: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-14-H/index.htm>
31. **MD ČR - Úřad pro civilní letectví**, „Letecký předpis Letiště L14“, 11.3.2022, URL: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-14/index.htm>
32. **Mendonca Nancy**, Jonnelle Goff, „UAM Market Study“, NASA, 21.11.2018,
33. **Meyers Michael A.P., P.E.**, „Memorandum – Federal Aviation Administration - Engineering Brief No.105 - Vertiport Design“, Airport Engineering Division, AAS-100, 6/2022
34. **NASA**, UAM Market Study – Technical Out Brief, 19.10.2018
35. **NASA**, NASA Transformative Vertical Flight Working Group 4 (TVF4), „NASA Electric Vertical Takeoff and landing (eVTOL) Aircraft Technology for Public Services - A White Paper“, 9/2021, URL: <https://www.sti.nasa.gov>
36. „**National aeronautics and Space administration - Advanced Air Mobility (AAM) Vertiport Automation Trade Study**“, 11/2020
37. „**High-Density Automated Vertiport Concept of Operations**“
38. **Page Juliet**, „Modeling Noise and Acceptability of eVTOL operations – Uber Elevate Summit“, John A. Volpe National Transportation Systems Center (U.S), 8.-9.5.2018, URL: <https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/54900>
39. **Preis Lukas**, [List of All Relevant Aspects (Quick Sizing, Throughput Estimating and Layout Planning for VTOL Aerodromes – A Methodology for Vertiport Design Conference Paper · August 2021, Technische Universität München, p.15-16), DOI: 10.2514/6.2021-2372
40. **Operation of vertiports for unmanned aircraft UA**, ISO/DIS 5015-2, 2021
41. **Reynolds Saleta J.**, Marcel Porras, Janna Smith, „Ladot UAM Policy Framework Considerations“, Los Angeles Department Of Transportation, 13.9.2021, URL: <https://ladot.lacity.org/sites/default/files/documents/ladot-uam-policy-framework-considerations.pdf>
42. **Rizzi Stephen A.** (NASA Langley), Brenda Henderson (NASA Glenn), „UAM Noise working Group (UNWG) UpDate (A panel Session)“, NASA (AEWG Aircraft Working Group), 29.4.2021, URL: <https://aam-cms.marqui.tech/uploads/aam-portal-cms/originals/1211a595-3459-41fd-9653-3a4529569e19.pdf>
43. **Rizzi Stephen A.**, „An Introduction to the UAM Noise Working Group (UNWG)“, NASA (UNWG) 25. – 27.1. 2022, URL:

- <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20220000277/downloads/220127%20UNWG%20verview%20v1.pdf>
44. **Rizzi Stephen A.** a kol., „UAM Noise: Current practise, Gaps and Recommendations“, 10/2020
 45. **Rosenkrands Kasper**, Inkyung Sung and Peter Nielsen, „Systemic Performance Analysis on Zoning for Unmanned Aerial vehicle-Based Service Delivery“, Operations Research Group, Department of Materials and Production, Aalborg University, 26.2.2022, URL: <https://doi.org/10.3390/drones6070157>
 46. **Sampson Ben**, „VTOL-developer Odys Aviation to open new facility in Long Beach, USA“, 19.4.2022, URL: <https://www.aerospacetestinginternational.com/news/drones-air-taxis/vtol-developer-odys-aviation-to-open-new-facility-in-long-beach-usa.html>
 47. **Schweiger Karolin** and Lukas Preis, „Urban Air Mobility: Systematic Review of Scientific Publications and Regulations for Vertiport Design and Operations“, German Aerospace Center (DLR), Institute of Flight Guidance; Bauhaus Luftfahrt e.V, 19.7.2022, URL: <https://doi.org/10.3390/drones6070179>
 48. **Shao Quan**, Jiaming Li, Ruoheng li, Jiangao zhang and Xiaobo Gao, „Study of urban Logistics Drone Path Planning Model incorporating Service benefit and Risk Cost“, The College of Civil Aviation, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics; Civil Aviation Electronic Technology Co., Ltd., 15.12.2022, URL: <https://doi.org/10.3390/drones6120418>
 49. **SmartCitiesWorld news team**, „World first hub for flying taxis opens in Coventry“, 25.4.2022, URL: https://www.smartcitiesworld.net/air-travel/air-travel/world-first-hub-for-flying-taxis-opens-in-coventry-7624?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=Daily%20Newsletter
 50. **Ščurek Radomír**, „Studie analýzy rizika protiprávních činů na letišti“, VŠBT Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, 2009
 51. **Uas Traffic Management News**, „SAMPLE: An innovative, cost-effective way to manage obstacle clearance at airports and vertiports“, AAM/UAM rout and programme news, UAS traffic management news, 1.2.2023, URL: <https://www.unmannedairspace.info/sponsored-editorial-2/sample-an-innovative-cost-effective-way-to-manage-obstacle-clearance-at-airports/>
 52. **Uas Traffic Management News**, „There are now 50 cities around the world pioneering urban air mobility programmes“, AAM/UAM rout and programme news, UAS traffic management news, 11.10.2018, URL: <https://www.unmannedairspace.info/urban-air-mobility/now-50-cities-around-world-pioneering-urban-air-mobility-programmes/>
 53. **UAS Traffic Management News**, „113 cities and regions plan UAN services but just 18 have UTM partners" - new market survey“, AAM/UAM rout and programme news, 27.2.2023, URL: <https://www.unmannedairspace.info/aam-uam-route-and-programme-news/113-cities-and-regions-plan-uam-services-but-just-18-have-utm-partners-new-market-survey/>
 54. **UAS Traffic Management News**, "Cities will play vital role in U-space establishment" - new helsinki study forecaast EUR80 milion market in 2030“, AAM/UAM rout and programme news, 15.5.2023, URL: <https://www.unmannedairspace.info/emerging-regulations/cities-will-play-vital-role-in-u-space-establishment-new-helsinki-study-forecasts-eur-80-million-market-in-2030/>

55. **Urban Air Mobility and Sustainable Development** – White Paper, Annunziata Chiacchiera (Envisa), David Raper (Envisa), Ted Elliff (Envisa), Vassilis Agouridas (AIRBUS Urban Mobility), Aerospace, Security and Defence Industries Association of Europe (ASD) and Envisa., <https://maia.my/wp-content/uploads/2023/02/UAM-White-Paper-January-2023.pdf>
56. **Vascik Parker D.**, R. John Hansman, „Development of Vertiport Capacity Envelopes and Analysis of their Sensitivity to topological and operational Factors“, International Center for Air Transportation (ICAT), URL: <https://doi.org/10.2514/6.2019-0526>
57. **Vascik Parker D.**, R. John Hansman, „Development of vertiport capacity envelopes and analysis of their sensitivity to topological and operational factors, AIAA Scitech 2019 Forum, 0526, January 2019, https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/119874/ICAT-2019-01_Parker_Dev.%20of%20Vertiport.pdf?sequence=1&isAllowed=y
58. **Wigler Katarina (TRV)**, „D3.2 Ground Risk and landing site management (prepared vs ad hoc)“, Trafikverket, 30.9.2022 YUNUS Furkat, Damiano Casaliniö, Francesco Avallone, Daniele Ragni, „Efficient prediction of UAM noise in a vertiport environment“, Aerospace Science and Technology, 19.5.2023, URL: https://www.researchgate.net/publication/370918055_Efficient_prediction_of_urban_air_mobility_noise_in_a_vertiport_environment
59. **Zýka J., Čmielová K, Vosečková L.**, „Doprava e-VTOL letadly v České republice – znalosti a očekávání veřejnosti“, Vysoká škola obchodní v Praze, nadační fond – Katedra letecké dopravy, Perner's Contacts 16(2), 2021

Normy, vyhlášky, zákony

60. Zákon č. 183/2006 Sb. Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) zrušeno k 1.1.2024, Zákon č. 283/2021 Sb. Zákon stavební zákon (od 1.1.2024)
61. Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj ČR č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, bude zrušeno k 1.1.2024, Zákon č. 283/2021 Sb. Zákon stavební zákon (od 1.1.2024)
62. Zákon č. 439/2006 Sb., úplné znění zákona č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů, jak vyplývá z pozdějších změn., vyhlášené znění 13.9.2006 (verze 0), <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-439>
63. Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, akt. znění 1.7.2023 - 31.12.2023 (verze 15), <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-239>
64. Zákon č. 110/2019 Sb. Zákon o zpracování osobních údajů
65. Zákon č. 273/2008 Sb, o Policii České republiky, ve znění doplňků a změn, https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-273/zneni-20090101#p121_p121-20
66. Zákon č. 153/1994 Sb., o zpravodajských službách ČR, akt. znění 1.1.2023 (verze 26), <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1994-153>
67. Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, akt. znění 1.7.2023 - 31.12.2023 (verze 21), <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1985-133>
68. Zákon č. 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky, ve znění změn a doplňků, akt. znění 1.12.2000 (verze 2), <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1998-110>
69. Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů, akt. znění 1.2.2022 - 30.9.2023 (verze 20), <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-240>

70. ČSN 73 0831 PBS – Shromažďovací prostory.
71. ČSN 73 0810 PBS – Požadavky na požární odolnost stavebních konstrukcí.
72. ČSN EN 50136-1-1-2-3 Poplachové systémy – Poplachové přenosové systémy a zařízení.

8. Seznam použitých zkratk

CSFL	Capability of (continued) Safe Flight and Landing
VTOL	Vertical Take-off and Landing
SC-VTOL	Special Conditions VTOL (stavební předpis pro kategorii letadel eVTOL), zatím publikováno v návrhu
AAM	Advanced Air Mobility
AC	advisory circular
AFM	aircraft flight manual
AIP	aeronautical information publication
CASR	Civil Aviation Safety Regulations 1998
CSFL	Capability of (continued) Safe Flight and Landing
CFP	Critical Failure Performance
FATO	final approach and take-off area
FOD	foreign object debris
FPA	FATO protection area
FPAGLS	Flight path alignment guidance lighting system(s)
ICAO	International Civil Aviation Organization
MOS	Manual of Standards
MTOW	maximum take-off weight
NASF	national airports safeguarding framework
OFV	obstacle free volume
OLS	obstacle limitation surface
RTODRV	rejected take-off distance required (for VTOL-capable aircraft)
SARPS	standards and recommended practices
TDP	take-off Decision Point
TDPC	touchdown/positioning circle
TDPM	touchdown positioning marking touchdown/positioning marking
TLOF	touchdown and lift off area
UCW	undercarriage width
MVCA	Manned VTOL-capable aircraft
VCA	VTOL-capable aircraft
VPS	vertical procedure surface
VPT	vertiport
EASA	European Union Aviation Safety Agency
FAA	Federal Aviation Administration

9. Příloha – Monitoring situace v sektoru UAM v říjnu 2023

Monitoring situace v sektoru UAM v říjnu 2023

AAM reality index pravidelně monitoruje a hodnotí jednotlivé hráče na poli vývoje letadel pro AAM a od roku 2022 sledují i oblast tvorby pozemní infrastruktury pro AAM (vertiporty)

Aktuální projekty v oblasti UAM infrastruktury – vertiportů (stav k 8/2023)

(Zdroj <https://aamrealityindex.com/aam-infrastructure-index-1>)

Company	AIR	Funding (\$M)	Use Case	OEM Partners	EIS Cities	Vertiport Prototype	Vertiport EIS	Country
Groupe ADP	↑ 6.9	Corporate backed	Air Taxi	Volocopter	Paris (4 locations)	2022	2024	France
UrbanV	↑ 6.8	Corporate backed	Air Taxi, Tourism, Cargo	Volocopter, Lilium	Rome, Cote Azur, Venice, Bologna	2022	2024	Italy
Skyports	↔ 6.7	\$40.0	Air Taxi, Cargo	Volocopter, Eve Holding, Wisk, Joby Aviation, Vertical Aerospace	Singapore, Paris	2019	2024	UK
Beta Technologies	↔ 6.3	\$796.0	Regional, Cargo	Beta Technologies	South Burlington, Plattsburgh	2019	2022	USA
Ferrovial	↔ 6.3	Corporate backed	Regional, Air Taxi	Lilium, Vertical Aerospace, Eve Holding	West Palm Beach, Orlando	-	2024	Spain
Urban-Air Port	↔ 6.3	\$38.1	Air Taxi, Cargo	Supernal	Los Angeles, Stephenville (NL)	2022	2024	UK
Munich Airport International	↔ 5.9	Corporate backed	Regional, Air Taxi	Airbus, Lilium	Bavaria locations	-	2026	Germany
BlueNest	↔ 5.8	Corporate backed	Tourism, Air Taxi	Ehang, Eve Holding	Qatar, Costa Rica	2023	2024	Spain
Volatus Infrastructure	↑ 5.6	TBD	Air Taxi, Cargo, EMS	SkyDrive, AIR, Plana, Eve Holding	Oshkosh, Bellefonte	-	2024	USA
Skyway	↔ 4.7	\$1.5	Air Taxi, Regional, Cargo	Eve Holding, Traverse Aero	Costa Rica	-	2024	USA
SkyScape	↔ 2.7	\$0.5	Cargo, Air Taxi	Plana	-	2023	2025	Japan
Skyportz	↔ 2.2	\$1.1	Regional, Air Taxi	Electra, Dufour Aerospace	Sydney, Melbourne, Brisbane	-	2024	Australia
Kooklejar	↔ 2.1	\$1.1	Tourism	-	Norrköping, Dubai	2023	2024	Sweden

August 2023 Release

Aktuálně nejpokročilejší projekt je projekt pilotní UAM provozu v rámci OH 2024v Paříži. Uskupení Groupe ADP je mimo jiné provozovatel letišť v pařížské oblasti včetně Charles de Gaulle a Paris-Orly a pro provoz UAM eVTOL Volocopter Volocity (multitrotor, 1 pilot + PAX) připravuje infrastrukturu 4 vertiportů na základě původních schválených heliportů.

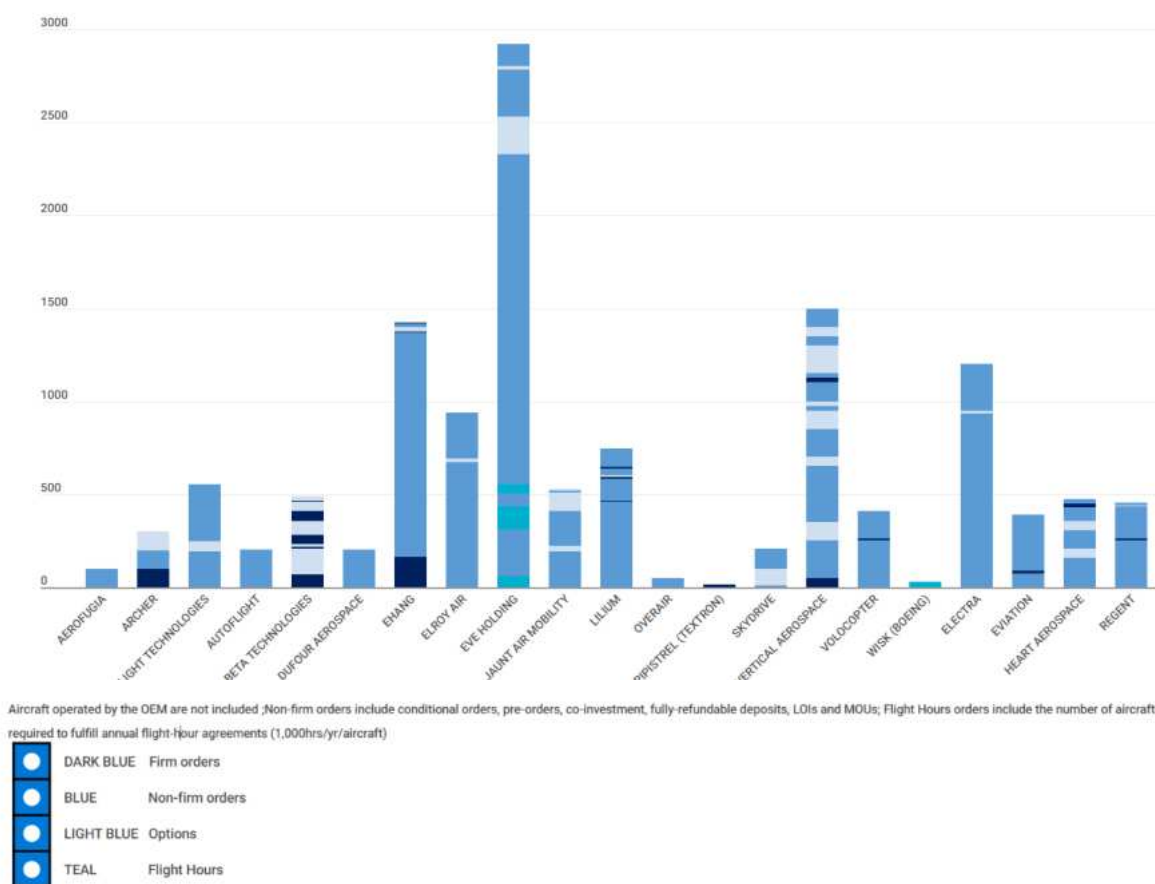
Aktuální stav projektů vývoje letadla pro UAM/AAM včetně air taxi, cargo a regionálních elektrických dopravních letadel (stav k 8/2023).

(Zdroj: <https://aamrealityindex.com/aam-reality-index>)

OEM (stock ticker)	ARI	Funding (\$M)	Use Case	Vehicle Type	Propulsion	Operation	Vehicle	First Flight	EIS	Country
Joby Aviation (NYSE: JOBY)	↔ 6.7	\$2,251.3	Air Taxi	Vectored Thrust	Electric	Piloted	-	2018	2025	USA
Beta Technologies	↑ 6.6	\$796.0*	Cargo, Regional, Air Taxi	Conventional / Lift + Cruise	Electric	Piloted	CX300 / Alia-250	2020 / 2022	2025 / -	USA
Volocopter	↔ 6.6	\$761.0*	Air Taxi	Multicopter / Lift + Cruise	Electric	Piloted	VoloCity / VoloRegion	2021 / 2022	2024 / 2026	Germany
Archer (NYSE: ACHR)	↔ 6.1	\$1,096.3	Air Taxi	Vectored Thrust	Electric	Piloted	Midnight	2023	2025	USA
Ehang (NASDAQ: EH)	↔ 6.1	\$160.4	Tourism, EMS, Firefighting	Multicopter/Lift + Cruise	Electric	Autonomous	EH216-S / VT-30	2018 / 2021	2023 / -	China
Wisk (Boeing)	↑ 7.8	Corporate backed	Air Taxi	Vectored Thrust	Electric	Autonomous	Generation 6	-	-	USA
Etroy Air	↔ 7.4	\$50.0	Cargo	Lift + Cruise	Hybrid	Autonomous	Chaparral C1	2023	2024	USA
AutoFlight	↔ 7.2	\$200.0	Air Taxi	Lift + Cruise	Electric	Piloted	Prosperity I	2022	2026	China
Eve Holding (NYSE: EVEX)	↔ 7.2	\$377.4	Air Taxi	Lift + Cruise	Electric	Piloted	Eve	2024	2026	Brazil
Pipistrel (Textron)	↔ 7.2	Corporate backed	Cargo	Lift + Cruise	Hybrid	Autonomous	Nuuvu V300	2024	2025	USA
Aerofugia	↑ 7.1	\$38.0	Tourism, Cargo, EMS	Vectored Thrust	Electric	Piloted	AE200	2023	2028	China
Vertical Aerospace (NYSE: EVTJ)	↑ 7.0	\$347.6	Air Taxi, Cargo, EMS	Vectored Thrust	Electric	Piloted	VX4	2023	2027	UK
Lilium (NASDAQ: LILM)	↔ 6.8	\$1,342.3	Regional, Cargo, Biz Av	Vectored Thrust	Electric	Piloted	Jet	2024	2026	Germany
Airbus	↔ 6.5	Corporate backed	EMS, Tourism, Air Taxi	Lift + Cruise	Electric	Piloted	CityAirbus NextGen	2024	-	France
Supernal	↔ 6.5	Corporate backed	Air Taxi	Vectored Thrust	Electric	Piloted	S-A1	2024	2028	South Korea
Alaka1 Technologies	↔ 6.2	\$60.0	Air Taxi, Cargo, EMS	Multicopter	H2 Fuel Cell	Piloted	Skai	2022	2024	USA
Ascendence Flight Technologies	↑ 6.2	\$71.3	Regional, Cargo	Lift + Cruise	Hybrid	Piloted	Atea	2024	2027	France
Overair	↔ 6.2	\$170.0	Air Taxi	Vectored Thrust	Electric	Piloted	Butterfly	2023	2027	USA
REGENT	↔ 6.2	\$50.0*	Regional	Augmented Lift	Electric	Piloted	Viceroy	2024	2025	USA
Evation	↔ 6.1	\$200.0	Regional, Cargo, Biz Av	Conventional	Electric	Piloted	Alice	2022	2027	USA
eAviation (Textron)	↔ 5.9	Corporate backed	EMS, Air Taxi, Cargo	Vectored Thrust	Electric	Piloted	Nexus	2024	2030	USA
SkyDrive	↔ 5.9	126.6	Air Taxi, Tourism, EMS	Multicopter	Electric	Piloted	SKYDRIVE	2024	2026	Japan
Dufour Aerospace	↑ 5.8	\$11.0*	EMS, Regional	Vectored Thrust	Hybrid	Piloted	Aero3	-	-	Switzerland
Honda Motor Company	↔ 5.5	Corporate backed	Air Taxi	Lift + Cruise	Hybrid	Piloted	-	2023	2030	Japan
Electra	↔ 5.2	\$134.0	Regional, Cargo	Augmented Lift	Hybrid	Piloted	EL-2 Goldfinch	2023	2028	USA
Heart Aerospace	↔ 5.1	\$85.0	Regional	Conventional	Electric/Hybrid	Piloted	ES-30	2026	2028	Sweden
Jaunt Air Mobility	↔ 4.4	\$3.1	Air Taxi, Cargo	Lift + Cruise	Electric	Piloted	Journey	2024	2027	USA
Volkswagen	↔ 3.6	Corporate backed	Air Taxi	Lift + Cruise	Electric	Autonomous	V.MO	2023	-	Germany

Přehled objednávek letadel:

AAM ORDERS



Je velmi zajímavé, že nejvíce objednávek přijal EVE holding, dceřiná firma Embraer, která aktuálně předvádí jen maketu letadla a kabiny a první let prototypu je plánován na rok 2024.

Nejdále s procesem certifikace a zavádění byl v době dokončení této Metodiky americký Joby S4 (FAA, USAF), Archer Midnight (FAA, USAF), Beta Alia (FAA), Volcopter (EASA, Groupe ADP) a Ehang EH216-S (TC CAAC obdrženo 13.10. 2023}